ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ನಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೧೨ ಸಂಚಿಕೆ ೪

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
ಮೈಸೂರು
೧೯೮೦

VIJNANA KARNATAKA, Kannada quarterly of the University of Mysore. Volume 12, Number 4, October 1980. Edited by Dr. H. Sanjeeviah and Dr. P. G. Ramappa.

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಹಾ. ಮಾ. ನಾಯಕ

ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಎಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ
ಡಾ. ಪಿ. ಜಿ. ರಾಮಪ್ಪ

ಪ್ರಕಾಶಕರು

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮುದ್ರಕರು

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ

ವಿಷಯಸೂಚಿ

ನಮ್ಮ ಲೇಖಕರು

೧. ಶ್ರೀ **ವಿ. ಎಂ. ಷಣ್ಮುಗಂ,** ಪ್ರವಾಚಕರು, ಗಣಿತ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು–೫

೨. ಶ್ರೀ **ಜಿ. ಆರ್. ರಂಗಸ್ವಾಮಯ್ಯ,** ಯುನಿಟ್ ಇನ್‌ಛಾರ್ಜ್, ಕನ್ನಡ, ರೂಮ್ ಸಂ. ೩೧೯, ICAR, ಕೃಷಿ ಭವನ್, ಹೊಸ ದೆಹಲಿ–೧

೩. ಡಾ. ಸಿ. ಎಸ್. **ಸುನಂದನ,** X–೫, ೧೨ನೇ ಅಡ್ಡರಸ್ತೆ, ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ, ಮದರಾಸು–೩೬

೪. ಡಾ. **ಕೆ. ಸಿದ್ದಪ್ಪ,** ಅಧ್ಯಾಪಕ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಮಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಕೊಣಾಜೆ, ಮಂಗಳೂರು

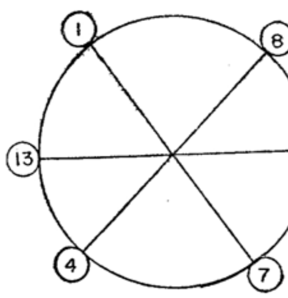
೫. ಶ್ರೀ ಇ. ಡಿ. **ನರಹರಿ,** 2180, 8ನೆ ಮೇನ್, E ಬ್ಲಾಕ್, II ಸ್ಟೇಜ್, ರಾಜಾಜಿನಗರ, ಬೆಂಗಳೂರು–೧೦

೬. ಶ್ರೀ **ಟಿ.** ಆರ್. **ಅನಂತರಾಮು,** ಹಿರಿಯ ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಹಾಯಕ, AMSE ವಿಭಾಗ, ಭಾರತೀಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆ, ಬೆಂಗಳೂರು

ವಿ. ಎಂ. ಷಣ್ಮುಗಂ

ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ರಚನೆ

ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಲಾಗಿರುವ ಚಿತ್ರವು, ಮೂರು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಒಂದು ಮಾಯಾ ವೃತ್ತ. ಪ್ರತಿ ವ್ಯಾಸದ ಎರಡು ತುದಿಯಲ್ಲೂ ಧನ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 1

ಈ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಲಾಗಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು, ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿವೆ:

"ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತವು, ಆ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ."

ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ, ($13^2+4^2=11^2+8^2$; $4^2+7^2=8^2+1^2$; $7^2+11^2=1^2+13^2$), ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳು ನಿಜವಾಗುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಅಂದರೆ, $(13^2-11^2)=(8^2-4^2)=(7^2-1^2)=48=(2^4\times3)$ ಎಂದು ಸಮಾನ ಬೆಲೆಯು ಇರುವುದು. ಈ ಸಮಾನ ಬೆಲೆಯನ್ನು, ಈ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತದ **ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆ** ಎನ್ನಬಹುದು.

ಈ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸುವ ಕ್ರಮ ಯಾವುದು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಹೀಗಿದೆ.

ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆಯಾದ $(2^4 \times 3) = 48$ನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಹದಲ್ಲಿ ಅಪವರ್ತಿಸಬೇಕು. ಅಂದರೆ, $48 = (2 \times 24) = (4 \times 12) = (6 \times 8)$, ಎಂದು ಮೂರು ಜೋಡಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. (ಎಲ್ಲಾ ಅಪವರ್ತನಗಳೂ, ಸಮ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾಗಿರಬೇಕಾದುದು ಅವಶ್ಯಕ).

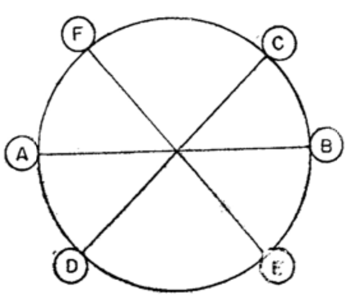
ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳಿಗೂ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಹಾಗೆ, ಎರಡು ಧನ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕು.

"ಆ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಮೊತ್ತ ಮತ್ತು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು, ಈ ಎರಡು ಅಪವರ್ತನಗಳಿಗೆ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು."

ಅಂದರೆ, 24 ಮತ್ತು 2, ಈ ಅಪವರ್ತನಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ನಮಗೆ ಸಿಗುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು 13 ಮತ್ತು 11. ಇದೇ ರೀತಿ, 12 ಮತ್ತು 4, ಈ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಕೊಡುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು 8 ಮತ್ತು 4; 8 ಮತ್ತು 6, ಈ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಕೊಡುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು 7 ಮತ್ತು 1.

ಈ ಮೂರು ಸಂಖ್ಯಾ ಜೋಡಿಗಳನ್ನು—ಅಂದರೆ, (13, 11), (8, 4) ಮತ್ತು (7, 1), ಇವುಗಳನ್ನು—ಒಂದು ವೃತ್ತದ ಮೂರು ವ್ಯಾಸಗಳ ಎರಡು ತುದಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾಗಿ, ಕೆಳಗೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬೇಕು.

AB, CD ಮತ್ತು EF, ಇವುಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರಥಮ, ದ್ವಿತೀಯ ಮತ್ತು ತೃತೀಯ ವ್ಯಾಸಗಳಾಗಿರಲಿ. ಪ್ರಥಮ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾದ (13, 11)ನ್ನು A ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ 13 ಮತ್ತು B ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ 11 ಇರುವ ಹಾಗೆ ಬರೆದರೆ, ದ್ವಿತೀಯ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾದ (8, 4)ನ್ನು, C ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ 8 ಮತ್ತು D ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ 4 ಇರುವ



ಚಿತ್ರ 2

ಹಾಗೆ ಬರೆಯಬೇಕು. ಅನಂತರ, ತೃತೀಯ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾದ (7, 1)ನ್ನು E ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ 7 ಮತ್ತು F ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ 1 ಇರುವ ಹಾಗೆ ಬರೆಯಬೇಕು. (ಚಿತ್ರ–2 ನೋಡಿ).

ಈ ರೀತಿ ಬರೆದ ಮೇಲೆ ನಮಗೆ ಸಿಗುವುದು, (ಚಿತ್ರ 1)ರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತ.

ಮೂರು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಒಂದು ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ನೋಡಿದೆವು. ಇದೇ ರೀತಿ, ಐದು, ಏಳು, ಒಂಬತ್ತು,........ ಮುಂತಾದ ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ರಚಿಸಬಹುದು.

ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ, ಮೂರು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆ $48=(2^4\times 3)=2^{(3+1)}\times 3$ ಇದ್ದಿದ್ದನ್ನು ನೋಡಿದೆವು. ಹೀಗೆಯೇ, n ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆ $2^{n+1}\times 3$ ಆಗಿರಬೇಕು ಎಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತೇವೆ. ಈ ನಿರೀಕ್ಷೆ ನಿಜವೇ ಆಗುತ್ತದೆ. (ಇಲ್ಲಿ n ಎಂಬುದು ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದು ಬೆಸಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿರಬೇಕು).

ಈಗ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ನೋಡೋಣ :

ಉದಾಹರಣೆ 1 :

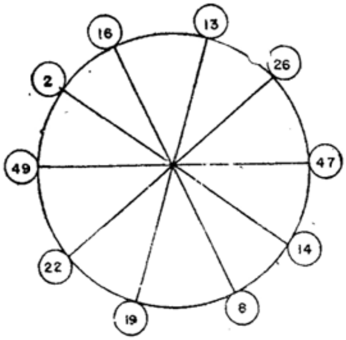
$2^{(5+1)}\times 3=192$ನ್ನು ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, ನಮಗೆ ಐದು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಒಂದು ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

$192=(2\times 96)=(4\times 48)=(6\times 32)=(8\times 24) = (12\times 16)$, ಹೀಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಐದು ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ, ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಐದು ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು	ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು
96 ಮತ್ತು 2 ←	→ 49 ಮತ್ತು 47
48 ಮತ್ತು 4 ←	→ 26 ಮತ್ತು 22
32 ಮತ್ತು 6 ←	→ 19 ಮತ್ತು 13
24 ಮತ್ತು 8 ←	→ 16 ಮತ್ತು 8
16 ಮತ್ತು 12 ←	→ 14 ಮತ್ತು 2

192ನ್ನು ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, ಐದು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು (ಚಿತ್ರ 3) ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ, ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು ನಿಜವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

$$49^2+22^2=47^2+26^2$$
$$22^2+19^2=26^2+13^2$$
$$19^2+8^2=13^2+16^2$$
$$8^2+14^2=16^2+2^2$$
$$14^2+47^2=2^2+49^2$$



ಚಿತ್ರ 3

ಉದಾಹರಣೆ 2:

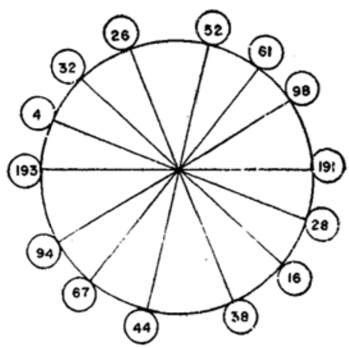
$2^{(7+1)}\times 3=768$, ಇದನ್ನು ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, ಏಳು ವ್ಯಾಸಗಳು ಇರುವ, ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು ಹೀಗೆ ರಚಿಸುತ್ತೇವೆ.

$768=(2\times384)=(4\times192)=(6\times128)=(8\times96)=(12\times64)=(16\times48)=(24\times32)$ ಎಂದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಏಳು ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ, ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಏಳು ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು	ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು
384 ಮತ್ತು 2 ←	→ 193 ಮತ್ತು 191
192 ಮತ್ತು 4 ←	→ 98 ಮತ್ತು 94
128 ಮತ್ತು 6 ←	→ 67 ಮತ್ತು 61
96 ಮತ್ತು 8 ←	→ 52 ಮತ್ತು 44
64 ಮತ್ತು 12 ←	→ 38 ಮತ್ತು 26
48 ಮತ್ತು 16 ←	→ 32 ಮತ್ತು 16
32 ಮತ್ತು 24 ←	→ 28 ಮತ್ತು 4

768ನ್ನು ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, ಏಳು ವ್ಯಾಸಗಳು ಇರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು (ಚಿತ್ರ-4) ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ, ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು ನಿಜವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

$193^2+94^2=191^2+98^2$	$38^2+16^2=26^2+32^2$
$94^2+67^2=98^2+61^2$	$16^2+28^2=32^3+4^2$
$67^2+44^2=61^2+52^2$	$28^2+191^2=4^2+193^2$
$44^2+38^2=52^2\times 26^2$	

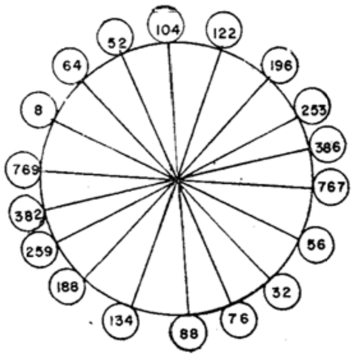


ಚಿತ್ರ 4

ಉದಾಹರಣೆ 3: $^{(9+1)}2\times 3=3072$, ಇದನ್ನು ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, ಒಂಬತ್ತು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾವೃತ್ತವನ್ನು (ಚಿತ್ರ-5) ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. (ಇದರ ರಚನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸವಾಗಿ ಬಿಡಲಾಗಿದೆ.)

ಈ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ, ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು ನಿಜವಾಗಿವೆ:

$$769^2+382^2=767^2+386^2;$$
$$382^2+259^2=386^2+253^2;$$
$$259^2+188^2=253^2+196^2;$$
$$188^2+134^2=196^2+122^2;$$
$$134^2+88^2=122^2+104^2;$$
$$88^2+76^2=104^2+52^2;$$
$$76^2+32^2=52^2+64^2;$$
$$32^2+56^2=64^2+8^2;$$
$$56^2+767^2=8^2+769^2.$$



ಚಿತ್ರ 5

ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ರೂಪ (General Case) ಹೀಗಿರುತ್ತದೆ :

$(2^{2k} \times 3)$–ನ್ನು ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, $(2k-1)$ ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸಲು, $(2^{2k} \times 3)$–ಇದನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ $(2k-1)$ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾಗಿ ಅಪವರ್ತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ :

$2^1 \times (2^{2k-1} \times 3)$
$2^2 \times (2^{2k-2} \times 3)$
$(2^1 \times 3) \times 2^{2k-1}$
$2^3 \times (2^{2k-3} \times 3)$
$(2^2 \times 3) \times 2^{2k-2}$
$2^4 \times (2^{2k-4} \times 3)$
$(2^3 \times 3) \times 2^{2k-3}$
....
$2^k \times (2^k \times 3)$
$(2^{k-1} \times 3) \times 2^{k+1}$

(ಇಲ್ಲಿ $k \geqq 2$, ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ).

ಈ $(2k-1)$ ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳಿಂದ, ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವ $(2k-1)$ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿಯೇ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು, $(2k-1)$ ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸಬಹುದು.

ಹಿಂದೆ ಕೊಟ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಗಳು, ಕ್ರಮವಾಗಿ $k=2, 3, 4$ ಮತ್ತು 5—ಈ ಬೆಲೆಗಳಿಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

ಇದೇ ರೀತಿ, $(2^{2k+1} \times 3)$—ಇಂತಹ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ ಮಾಯಾವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಕೂಡ, ಇದೇ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ರಚಿಸಬಹುದು. (ಇಲ್ಲಿ ಕೂಡ, $k \geqq 2$, ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ).

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ, ನಮಗೆ ಮೂಲ ಸಂಖ್ಯೆಯ $(2k)$ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಿಂದ $(2k)$ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು

ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ, (2k) ಒಂದು ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಮೊದಲನೆಯ ಅಥವ ಕೊನೆಯ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಿ, ಉಳಿದ (2k—1) ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸಿ, (2k—1) ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸಬಹುದು.

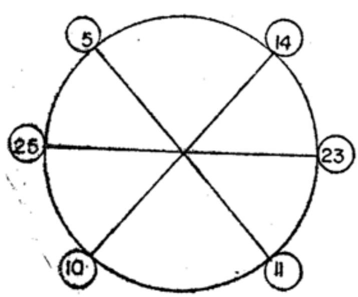
ಈಗ, ಈ ತರಹದ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ನೋಡೋಣ.

ಉದಾಹರಣೆ 4 : $(2^5 \times 3) = 96$–ನ್ನು ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, ಮೂರು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ರಚಿಸಬಹುದು :

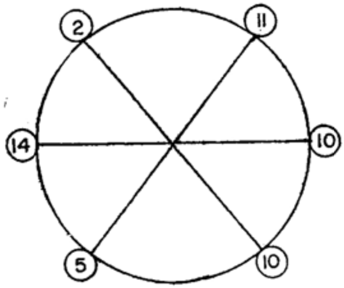
$96 = (2 \times 48) = (4 \times 24) = (6 \times 16) = (8 \times 12)$ ಎಂದು ನಾಲ್ಕು ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ನಾಲ್ಕು ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವಂತೆ ಸಿಗುತ್ತವೆ.

ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು	ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು
48 ಮತ್ತು 2 ←	→ 25 ಮತ್ತು 23
24 ಮತ್ತು 4 ←	→ 14 ಮತ್ತು 10
16 ಮತ್ತು 6 ←	→ 11 ಮತ್ತು 5
12 ಮತ್ತು 8 ←	→ 10 ಮತ್ತು 2

(25, 23), (14 10), (11, 5), (10, 2)—ಈ ನಾಲ್ಕು ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ, ಮೊದಲನೆಯ ಅಥವ ಕೊನೆಯ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಿ, ಮೂರು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. (ಚಿತ್ರ 6) ಮತ್ತು (ಚಿತ್ರ 7) ಅಂತಹ ಮಾಯಾ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 6



ಚಿತ್ರ 7

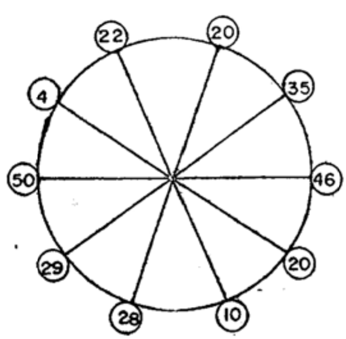
ಈ ಮಾಯಾವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ನಿಜವಾಗಿರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು :

$25^2+10^2=23^2+14^2$; $5^2+10^2=11^2+2^2$;
$10^2+11^2=14^2+5^2$; $10^2+10^2=2^2+14^2$;
$11^2+23^2=5^2+25^2$; $10^2+11^2=14^2+5^2$;

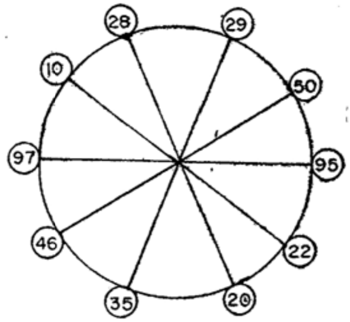
ಉದಾಹರಣೆ 5 :

$(2^7\times3)=384$ನ್ನು ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ, ಐದು ವ್ಯಾಸಗಳು ಇರುವ ಮಾಯಾವೃತ್ತಗಳು, (ಚಿತ್ರ 8) ಮತ್ತು (ಚಿತ್ರ 9)ಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿವೆ.

$384=(2\times192)=(4\times96)=(6\times64)=(8\times48)=(12\times32)$ (16×24) ಎಂದು ಆರು ಜೋಡಿ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಸಿಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ಸಿಗುವ ಆರು ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ



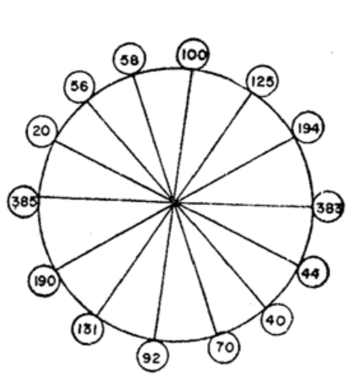
ಚಿತ್ರ 8



ಚಿತ್ರ 9

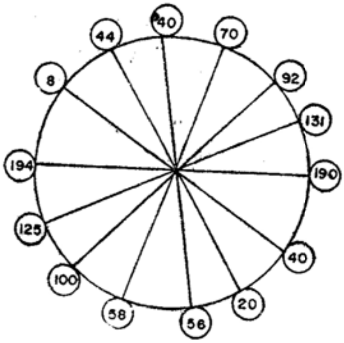
(97, 95), (50, 46), (35, 29), (28, 20), (22, 10) ಮತ್ತು (20, 4). ಇವುಗಳಲ್ಲಿ, ಮೊದಲನೆಯ ಅಥವ ಕೊನೆಯ ಜೋಡಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಿ, ಐದು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಮಾಯಾವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತೇವೆ.
ಈ ಮಾಯಾವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ನಿಜವಾಗಿರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು :

$97^2+46^2=95^2+50^2$; $22^2+95^2=10^2+97^2$;
$46^2+35^2=50^2+29^2$; $10^2+20^2=22^2+4^2$;
$35^2\times 20^2=29^2+28^2$; $20^2+46^2=4^2+50^2$;
$20^2+22^2=28^2+10^2$;



ಚಿತ್ರ 10

ಉದಾಹರಣೆ 6 : $(2^9 \times 3) = 1536$ನ್ನು ಮೂಲಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿ ಪಡೆದಿರುವ ಏಳು ವ್ಯಾಸಗಳಿರುವ ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಾಯಾವೃತ್ತಗಳನ್ನು (ಚಿತ್ರ–10ಮತ್ತು ಚಿತ್ರ–11)ಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. (ಇವುಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ಕ್ರಮದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸವಾಗಿ ಬಿಡಲಾಗಿದೆ).



ಚಿತ್ರ 11

ಜಿ. ಆರ್. ರಂಗಸ್ವಾಮಯ್ಯ

ದವಸ-ಧಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಬೇಳೆಕಾಳುಗಳಲ್ಲಿ ಪೌಷ್ಠಿಕತೆ

ನಾವು ನಮ್ಮ ತಾತನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಏನು ತಿನ್ನುತ್ತಿದ್ದೆವೋ ಈಗಲೂ ಅದನ್ನೇ ತಿನ್ನುತ್ತಾ ಬಂದಿದ್ದೇವೆ. ನಮ್ಮ ಆಹಾರ ಪದ್ಧತಿ ಬದಲಾಗಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಹಲವಾರು ಕಾರಣಗಳಿರಬಹುದು. ನಮ್ಮ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಆಹಾರ ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾರ್ಪಾಡು ಮಾಡಿಕೊಂಡರೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಮಕ್ಕಳ ದೈಹಿಕ ಹಾಗೂ ಮಾನಸಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಂತೆ. ನಾವು ತಿನ್ನುವ ಅನ್ನ ಕಸವಿರಲಿ, ರಸವಿರಲಿ ಆ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚನೆಯನ್ನೂ ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಪನ್ನ ಹಾಗೂ ಅಗ್ಗವಾಗಿ ಗೋಧಿ ಒಳ್ಳೆಯದೆಂದು ಗೊತ್ತಿದ್ದರೂ ಅಕ್ಕಿಯನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಸುತ್ತೇವೆ. ಕಳೆದ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶಗಳು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರುವ ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಇಂಥ ಧಾನ್ಯಗಳ ರಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಹಾಗೂ ಇತರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಉತ್ತಮ ಗುಣಮಟ್ಟದ ಆಹಾರಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕೆಲವನ್ನು ಈ ಲೇಖನ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನೀಡಿದೆ :

1. **ಗೋಧಿ :** ಮಾನವನ ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ್ದರಿಂದ ಗೋಧಿಯ ಸುಧಾರಿತ ತಳಿಗಳತ್ತ ಕೃಷಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನ ಬಹಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಹರಿದಿದೆ. ಈಗ ಹೆಚ್ಚು ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶಗಳುಳ್ಳ ತಳಿಗಳೂ ಲಭ್ಯ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರೋಟೀನ್, ಕೊಬ್ಬು, ಪಿಷ್ಠ, ಇ ಅನ್ನಸತ್ವ, ತಯಾಮಿನ್, ರೈಬೋ ಫ್ಲೇವಿನ್ ಮತ್ತು ನಯಾಸಿನ್ ಮುಂತಾದ ಬಿ ಅನ್ನಸತ್ವಗಳೂ, ಪೊಟಾಸಿಯಂ, ರಂಜಕ, ಗಂಧಕ, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ, ಸುಣ್ಣ, ಕಬ್ಬಿಣ, ಅಯೋಡಿನ್ ಮುಂತಾದ ಲವಣಾಂಶಗಳೂ ಗಮನಾರ್ಹ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿವೆ. ಈ ಉತ್ತಮ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ ತಳಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುವ ಕೃಷಿವಿಧಾನಗಳು, ಕೃಷಿ ಹವಾಗುಣಗಳು ಇವುಗಳ ಪೌಷ್ಠಿಕತೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಗೋಧಿ ಕಾಳುಗಟ್ಟುವಾಗ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ (ಪ್ರಖರ ಬಿಸಿಲು) ಗೋಧಿಯ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. 'ಪ್ರತಾಪ್', 'ಅರ್ಜುನ್' ಮತ್ತು 'ಸಿ–306' ತಳಿಗಳು ಉತ್ತಮ ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶ ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. 'ಎಚ್. ಡಿ. 2028' ತಳಿಯಲ್ಲಿ ಲೈಸಿನ್ ಅಂಶ ಇದ್ದರೂ ಉಳಿದ ಪೌಷ್ಠಿಕಾಂಶಗಳು ಕಡಿಮೆ ಇವೆ.

ಚಪಾತಿಯಲ್ಲಿ ಬ್ರೆಡ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿವೆ. ಗೋಧಿಯ ಬಹು ದೊಡ್ಡ ಕೊರತೆಯೆಂದರೆ ಆವಶ್ಯಕ ಅಮಿನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಇಲ್ಲದಿರುವುದು.

೨. ಅಕ್ಕಿ : ವಿಶ್ವದ ಮೂರರಲ್ಲೊಂದು ಪಾಲು ಜನರ ಪ್ರಮುಖ ಆಹಾರ ಅಕ್ಕಿ (ಅನ್ನ). ಭಾರತೀಯರ ಪ್ರಮುಖ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಇದು ಎರಡನೆಯ ಸ್ಥಾನ ಪಡೆದಿದೆ. ಗೋಧಿಯಂತೆ ಅಕ್ಕಿಯ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳೂ ಕೃಷಿ–ಹವಾಗುಣಗಳು ಮತ್ತು ಕೃಷಿ ಪದ್ಧತಿಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿವೆ. ಪಾಲಿಷ್ ಮಾಡಿದ ಅಕ್ಕಿ ತಿನ್ನಲು ಹೆಚ್ಚು ಹಿತಕರ ವಾಗಿ ಕಂಡರೂ ಪಾಲಿಷ್ ಮಾಡದ ಕೊಟ್ಟಣದ ಅಕ್ಕಿ ಹೆಚ್ಚು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆಯೆಂಬುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತು. ಆದರೂ ಅನ್ನ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಣಲೆಂದು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪಾಲಿಷ್ ಹೊಡೆಸುವ ಮಂದಿಯೇ ಹೆಚ್ಚು. ಅಕ್ಕಿಯ ಮೂಗು (ಭ್ರೂಣ) ಮತ್ತು ಮೇಲಿನ ತೆಳುಪೊರೆಯ ತೌಡಿನಲ್ಲಿ ಬಿ ಕಾಂಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಇತ್ಯಾದಿ ಉತ್ತಮ ಅನ್ನಸತ್ವಗಳಿವೆ. ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಎಮ್ಮೆಗಳಿಗೋ ಹಸುಗಳಿಗೋ ನೀಡುವುದು ಹಾಗೂ ನಿಸ್ಸಾರವಾದ ಬೆಳ್ಳನೆಯ ಗರಿಗರಿಯಾದ ಅನ್ನ ತಿನ್ನುವುದು ನಮ್ಮ ರೂಢಿ. ಕುಸುಬಲಕ್ಕಿ ಯಂತೂ ಕುಟ್ಟಿದ (ಕೊಟ್ಟಣದ) ಅಕ್ಕಿಗಿಂತ ಉತ್ತಮ. ಅಕ್ಕಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದು ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥವೇ ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೂ ಇದರಲ್ಲಿ ಸಮತೋಲನವಾದ ಅಮಿನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿವೆ,

'ಸಬರ್ಮತಿ', 'ಪೂಸಾ 2–21' ಮತ್ತು 'ಪದ್ಮ' ತಳಿಯ ಅಕ್ಕಿ 'ಬಾಸುಮತಿ 320' ಅಕ್ಕಿಗಿಂತ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮವೆಂಬುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಸುವಾಸನೆ ಯುಳ್ಳ ಅನ್ನ ತಿನ್ನಲು ಚೆನ್ನ ಎಂದು ಮಾತ್ರ ಜನ 'ಬಾಸುಮತಿ' ಅಕ್ಕಿಯನ್ನು ಬಯಸುತ್ತಾರೆ. ಬೇಳೆಕಾಳುಗಳನ್ನು ಅಕ್ಕಿ (ಅನ್ನ) ಯೊಡನೆ 1 : 4 ರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಪೌಷ್ಟಿಕ ಆಹಾರ ನಮಗೆ ಲಭ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಸೋಯಾ ಬೀನ್ ಮತ್ತು ಹೆಸರುಬೇಳೆ ಅನ್ನದೊಡನೆ ತಿನ್ನಲು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅತ್ಯುತ್ತಮವೆಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

೨. ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳ : ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಇದು ಮೂರನೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಧಾನ್ಯದಬೆಳೆ. ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳದ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ 90ರಷ್ಟು ಮಾನವನ ಆಹಾರವಾಗಿ ಬಳಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ.

ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ 'ಒಪೆಕ್–2' ತಳಿ 'ಪಸ್ಸಿ', 'ವಿಜಯ್' ಮತ್ತು 'ಗಂಗಾ–5' ತಳಿಗಳಿಗಿಂತ ಉತ್ತಮ. ತುಂಬಾ ಬಲಿಯದ ಎಳೆಯ ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳದ ಹಿಟ್ಟಿನೊಡನೆ ಕಡಲೆಹಿಟ್ಟನ್ನು ಬೆರೆಸಿ 'ಬಾಲಾಹಾರ' ತಯಾರಿಸಿದಾಗ ಅಮಿನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿದ ಆಹಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪೌಷ್ಟಿಕವಾಗಬಲ್ಲದು. ಇದನ್ನು ಶಾಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ನೀಡಬಹುದು. 'ಬಾಲಾಹಾರ'ಕ್ಕೆ 'ಒಪೆಕ್–2'

ಮತ್ತು 'ಶಕ್ತಿ' ತಳಿಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ; ಇವುಗಳೊಡನೆ ಅನ್ನಸತ್ವಗಳು ಮತ್ತು ಖನಿಜಾಂಶಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಉತ್ತಮ 'ಬಾಲಾಹಾರ'ವನ್ನು ಸಿದ್ಧಮಾಡಬಹುದು.

ಉತ್ತರ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಗೋಧಿ ಹಿಟ್ಟಿನೊಡನೆ ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳದ ಹಿಟ್ಟನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಚಪಾತಿ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ತಿನ್ನುವುದು ರೂಢಿ; ಹೆಚ್ಚು ರುಚಿಯ ಜೊತೆ ಉತ್ತಮ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳೂ ಶರೀರಕ್ಕೆ ಒದಗುತ್ತವೆ.

೩. ಅಧಿಕ ಸುಕ್ರೋಸ್ ಅಂಶವುಳ್ಳ ಹೊಸ ಕಬ್ಬಿನ ತಳಿ ಸಿಒಸಿ—67-1

ಕೊಯಮತ್ತೂರಿನ ಕಬ್ಬು (ತಳಿ) ಉತ್ಪಾದನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯು 8–9 ತಿಂಗಳಲ್ಲೇ ಕುಯಿಲಿಗೆ ಬರುವ ಹಾಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಸುಕ್ರೋಸ್ ಅಂಶವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕಬ್ಬಿನ ತಳಿಯೊಂದನ್ನು ರೂಪಿಸಿದೆ. ಇದೇ 'ಸಿಒಸಿ–67-1'; 'ಕ್ಯೊ 63' ಮತ್ತು 'ಸಿಒ 775' ತಳಿಗಳಿಂದ ರೂಪಿಸಿದ್ದು. ಈ ತಳಿಯ ಕಬ್ಬು ಬೇಗ ಮೊಳಕೆಯೊಡೆದು ಬಹು ಬೇಗ ಹುಲುಸಾಗಿ ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲದು.

ಈ ತಳಿಯ ವಿಶೇಷತೆಯೆಂದರೆ ಎಂಟು ತಿಂಗಳ ಕಬ್ಬಿನಲ್ಲಿ ಶೇ. 88ರಷ್ಟು ಶುದ್ಧವಾದ 17–13% ಸುಕ್ರೋಸ್ ಇಳುವರಿ ಬಂದಿರುವುದು. ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 8.9 ಟನ್ ಇಳುವರಿ ನೀಡಿದೆ. 'ಸಿಒ 658' ತಳಿಗಿಂತ ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿನ ಇಳುವರಿಯಲ್ಲಿ, ಪ್ರಧಾನ ಬೆಳೆ ಹಾಗೂ ಕೊನೆಬೆಳೆಯೆರಡರಲ್ಲೂ ಉತ್ತಮ ಇಳುವರಿ ನೀಡಿದೆ.

ತಮಿಳುನಾಡಿನಲ್ಲಿ 1980-81ರಲ್ಲಿ ಈ ತಳಿಯ ಕಬ್ಬು 10,000 ಹೆಕ್ಟೇರ್ ಗಳನ್ನಾವರಿಸಿತ್ತು. ಸಕ್ಕರೆ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳೂ ಈ ತಳಿಯ ಕಬ್ಬಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಬೆಲೆ ನೀಡಿ ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತಿವೆ.

೪. ಹೊಸ ಪಾಲಕ್ (ಸೊಪ್ಪು) ತಳಿ 'ಪೂಸಾ ಜ್ಯೋತಿ'

ಹೊಸ ದೆಹಲಿಯ ಭಾರತೀಯ ಕೃಷಿ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯು 'ಪೂಸಾ ಜ್ಯೋತಿ' ಎಂಬ ಹೊಸ ಉತ್ತಮ ಪಾಲಕ್ (ಸೊಪ್ಪು) ತಳಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿದೆ. ಉಳಿದ ತಳಿಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಕೆಯಾಗಿ ಈ ತಳಿಯ ಎಲೆಗಳು ಅಗಲವಾಗಿ, ರಸಭರಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದು 'ಆಲ್ ಗ್ರೀನ್' ತಳಿಗಿಂತ ಎಲ್ಲ ವಿಧದಲ್ಲೂ ಉತ್ತಮ. ಸಲಾದ್‌ನಂತೆ ಕಚ್ಚಾರೂಪದಲ್ಲೇ ತಿನ್ನಲೂ ರುಚಿಕರ. ಬೇಯಿಸಿ, ಬೇಗ ರುಬ್ಬಬಹುದು, ಸಾರು ಅಥವಾ ಸಾಂಬಾರ್ ತುಂಬಾ ಸ್ವಾದಿಷ್ಟವಾಗಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ, ನೋಡಲೂ ಚೆನ್ನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ತಳಿಯು ಹುಲುಸಾಗಿ ಬೇಗ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಸೊಪ್ಪನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಮತ್ತೆ ಬಹುಬೇಗ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದಾದರೂ ವರ್ಷವಿಡೀ ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 48 ಟನ್ ಇಳುವರಿನೀಡಬಲ್ಲದು.

ಸದ್ಯದ ಉತ್ತಮ ತಳಿಯೆನಿಸಿದ 'ಆಲ್‌ಗ್ರೀನ್' ತಳಿಯ ಇಳುವರಿ 38.7 ಟನ್. ಆದ್ದರಿಂದ ಪಾಲಕ್ ಬೆಳೆಯುವುದಾದರೆ 'ಪೂಸಾ ಜ್ಯೋತಿ'ಯನ್ನೇಕೆ ಬೆಳೆಯ ಬಾರದು ?

೫. ಕಸದಿಂದ ರಸ :

ಕಬ್ಬಿನ ಸಿಪ್ಪೆ, ಸತ್ತೆ–ಸೆದೆಯನ್ನು ಉರುವಲಿಗೆ ಬಳಸುವುದು ರೂಢಿ. ಗದ್ದೆಯಲ್ಲೇ ಸುಟ್ಟು ಬೂದಿ ಮಾಡುವುದೂ ಉಂಟು. ಇದೇ ಸಿಪ್ಪೆ/ಸತ್ತೆಯನ್ನು ಈಗ ಮಲ್ಚ್‌ಗೊಬ್ಬರವನ್ನಾಗಿ ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದೆಂದು ಲಕ್ನೋದಲ್ಲಿನ ಭಾರತೀಯ ಕಬ್ಬು ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನ ತುಂಬಾ ಹೊಸದೇನಲ್ಲ.

ಕಬ್ಬು ಮೊಳಕೆಯೊಡೆದ ಮೇಲೆ ಸುಮಾರು 2 ಸೆಂ.ಮಿ. ದಪ್ಪ ಕಬ್ಬಿನ ಸತ್ತೆ/ಸಿಪ್ಪೆಯನ್ನು ಏಕರೂಪವಾಗಿ ಮಣ್ಣಿನ ಮೇಲ್ಪದರದಲ್ಲಿ ಹರಡಿದಾಗ ಇಳುವರಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬಂದಿದೆ; ಜೊತೆಗೆ ಇದು ಕಳೆ ಬೆಳೆಯುವುದನ್ನೂ ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತದೆಂದು ವರದಿಯಾಗಿದೆ. ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 10 ಟನ್ ಕಬ್ಬಿನ ಸಿಪ್ಪೆಯನ್ನು ನೀಡಬಹುದು.

ಈ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಕೆಲವು ಪ್ರಗತಿಶೀಲ ರೈತರು ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿರುವರಾದರೂ, ಇದು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ರಸಹಿಂಡಿದ ಮೇಲೆ ಮತ್ತೆ ಅದೇ ಕಸ ಮತ್ತೆ ರಸವಾಗುವಂತೆ ನಮ್ಮ ರೈತರು ಶ್ರಮವಹಿಸಬೇಕು. ಗೊಬ್ಬರದ ಅಭಾವವಿರುವ ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ವರದಾನವೇ ಸರಿ.

೬. ಸೋಯಾಬೀನ್

ಇದು ದ್ವಿದಳಧಾನ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊಂದಿದೆ. ಪ್ರತಿ 100 ಗ್ರಾಂ ಬೀಜದಲ್ಲಿ 42.2 ಗ್ರಾಂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಇದೆ. ಅಲ್ಲದೆ 20ರಷ್ಟು ತಿನ್ನಬಹುದಾದಂಥ ಎಣ್ಣೆ ಅಂಶವಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಅಮಿನೋ ಆಮ್ಲಗಳೂ ಉಂಟು. ಇತ್ತೀಚೆಗಂತೂ ಇದರ ಬಳಕೆ ಬಹುರೂಪಿ. ಹಾಲಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಿಂದ ಹಿಡಿದು ಬಿಸ್ಕತ್, ಮಕ್ಕಳ ಆಹಾರ, ಪೇಯ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲೂ ಇದನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ತಳಿಗಳು : 'ಹಾರ್ಡಿ' ತಳಿಯನ್ನು ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಶಿಪಾರಸ್ಸು ಮಾಡಿದೆ. ಬೆಂಗಳೂರು ಕೃಷಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದವರು ರೂಪಿಸಿದ 'ಕೆ. ಎಚ್. ಎಸ್. ಬಿ.–2' ತಳಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಯಬಹುದು. ಇವಲ್ಲದೆ 'ಜೆ–232, ಡೇವಿಸ್' ಮತ್ತು 'ಇಂಪ್ರೂವ್ಡ್ ಪೆಲಿಕಾನ್' ತಳಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯಬಹುದು.

ಬಿತ್ತನೆ : ಇದು 100 ದಿನಗಳ ಬೆಳೆ; ನೀರಾವರಿ ಬೆಳೆಯಾದರೆ ಮೇ–ಜೂನ್ನಲ್ಲೂ ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆಯಾದರೆ ಆಗಸ್ಟ್‌ನಲ್ಲೂ ಬಿತ್ತಬೇಕು; ರೈಜೋಬಿಯಂ ಕಲ್ಚರಿನಿಂದ ಸುಧಾರಿಸಿ ಬಿತ್ತಬೇಕು.

ಬೀಜಗಳನ್ನು 12 ಅಂಗುಲದ ಅಂತರದಲ್ಲಿ (ಸಾಲು) ಬೀಜದಿಂದ ಬೀಜಕ್ಕೆ

೮

4 ಅಂಗುಲ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಬಿತ್ತಿ. ಹವಾಗುಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ 8 ರಿಂದ 10 ದಿನಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ನೀರು ಹಾಯಿಸಬೇಕು..

ರಸಗೊಬ್ಬರಗಳು : (ಪ್ರತಿ ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ–ಕಿಲೋಗ್ರಾಂಗಳಲ್ಲಿ)

	ಸಾರಜನಕ	ರಂಜಕ	ಪೊಟಾಶ್
ನೀರಾವರಿ ಬೆಳೆ	37.5	37.5	37.5
ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆ	25	25	25

(ಜೊತೆಗೆ 12.5 ಕಿಲೋ ಜಿಂಕ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ನೀಡಬೇಕು.)

ರೋಗ–ರುಜಿನಗಳು : ಕಂಬಳಿಹುಳು, ಕತ್ತರಿಹುಳು, ಮತ್ತು ಎಲೆ ಕೊರಕೆ ಹುಳವನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಮದ್ದುಗಳನ್ನು ಸಿಂಪಡಿಸಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು.

ಇಳುವರಿ : ನೀರಾವರಿ ಬೆಳೆಯಿಂದ ಎಕರೆಗೆ 10–12 ಹಾಗೂ ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆಯಿಂದ 5–6 ಕೆ. ಜಿ. ಇಳುವರಿ ಬರುತ್ತದೆ.

ಸೂಚನೆ : ಸೋಯಾಬೀನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಟ್ರಿಪ್ಸಿಯಾ ಇನ್‌ಹಿಬಿಟರ್ ಎಂಬ ವಿಷ ಪದಾರ್ಥವಿದೆ. ಇದು ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಪಚನ ಮಾಡುವ ಟ್ರಿಪ್ಸಿಯಾ ಎಂಬ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬೇಯಿಸಿದಾಗ ಕೊಂಚ ಮಟ್ಟಿನ ವಿಷ ಪದಾರ್ಥನಾಶ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಹದವರಿತು ಬಳಸುವುದು ಸೂಕ್ತ.

೭. ಅಡಿಕೆ

ತಳಿಗಳು : ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಮಂಗಳ ತಳಿ ಸೂಕ್ತ.

ರಸಗೊಬ್ಬರ : ಮೂರು ವರ್ಷದ ಮರವಾದರೆ ಮೇ ಮತ್ತು ಜೂನ್ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಮರಕ್ಕೆ 35 ಗ್ರಾಂ ಸಾರಜನಕ, 13 ಗ್ರಾಂ ರಂಜಕ ಮತ್ತು 45 ಗ್ರಾಂ ಪೊಟಾಶ್ ಅನ್ನು ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್–ಅಕ್ಟೋಬರ್‌ನಲ್ಲಿ 65 ಗ್ರಾಂ ಸಾರಜನಕ, 27 ಗ್ರಾಂ ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 95 ಗ್ರಾಂ ಪೊಟ್ಯಾಶ್ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನೂ ನೀಡಬೇಕು.

ಇದಕ್ಕೆ ಅಣಬೆ ರೋಗ, ಕೊಳೆರೋಗ, ಹಿಡಿಮುಂಡಿಗೆ ರೋಗಗಳ ಹಾವಳಿ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಸೂಕ್ತ ಮದ್ದನ್ನು ಬಳಸಿ ಇದನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ವೈಟುಗಳು, ಹೇನುಗಳು, ಹಾಗೂ ಬೇರು ಕಡಿಯುವ ಹುಳುಗಳೂ ಈ ಬೆಳೆಯನ್ನು ಕಾಡಿಸುತ್ತವೆ. ಸೂಕ್ತ ಮದ್ದುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿ.

೮. ಅಲಸಂದಿ

ಅಲಸಂದಿ ಬಟಾಣಿ ವಂಶಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಮುಂಗಾರಿನಲ್ಲೂ ಹಾಗೂ ಹಿಂಗಾರಿನಲ್ಲೂ

ಬೆಳೆಯಬಹುದಾದ ಬೆಳೆ. ಅಲಸಂದಿ ಕಾಳು ಶರ್ಕರ-ಪಿಷ್ಟದ ಜೊತೆ ಪ್ರೋಟೀನ್, ಮೇದಸ್ಸು ಲವಣಗಳು, ರಂಜಕ, ಸುಣ್ಣ, ಕಬ್ಬಿಣ, ಥಯಾಮಿನ್, ರಿಬೋಫ್ಲೇವಿನ್, ನಿಕೋಟನಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಹಾಗೂ ಸಿ ಮತ್ತು ಎ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಸಂಪನ್ನ ಆಹಾರ. ಇದರ ಹಸಿರು ಬಳ್ಳಿ ಕರಾವಿನ ಹಸುಗಳಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಮೇವು: ಒಳ್ಳೆಯ ಹಸಿರು ಗೊಬ್ಬರವಾಗಿಯೂ ಬಳಸಬಹುದು.

ಅಲಸಂದಿಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಪ್ರಭೇದಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ಮೂರು ಅಡಿ ಉದ್ದದ ಕಾಯಿಗಳೂ, ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಡಿ ಉದ್ದದ $\frac{1}{2}$ ಅಂಗುಲದ ಬಿಗಿ ಮತ್ತು ಗಟ್ಟಿ ಬೀಜ ಹೊಂದಿದ ಕಾಯಿಗಳೂ ಹಾಗೂ ಮೂರನೆಯದರಲ್ಲಿ 3 ಅಂಗುಲ ದಿಂದ 5 ಅಂಗುಲ ಉದ್ದದ ಕಾಯಿಗಳು ಇರುತ್ತವೆ.

ತಳಿಗಳು: ಕರ್ನಾಟಕಕ್ಕೆ ಸಿ–152 ಮತ್ತು ಎಸ್–468 ಸೂಕ್ತ ತಳಿಗಳು. ಇವನ್ನು ಮಿಶ್ರ ಬೆಳೆಯಾಗಿಯೂ ಬೆಳೆಯಬಹುದು.

ಬಿತ್ತನೆ: ಎಕರೆಗೆ 8 ಕೆ.ಜಿ. ಬಿತ್ತನೆ ಸಾಕು. ರೈಜೋಬಿಯಂ ಕಲ್ಚರಿನಿಂದ ಉಪಚರಿಸಿ ಬಿತ್ತಬೇಕು,

ರಸಗೊಬ್ಬರ: ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 25 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕ, 50 ಕೆ.ಜಿ ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 25 ಕೆ.ಜಿ. ಪೊಟಾಶ್ ಗೊಬ್ಬರ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯ ಸಂರಕ್ಷಣೆ: ಅಗ್ರೋಮೈಜಡ್ ನೊಣ, ಸಸ್ಯಹೇನು, ಬೂದಿರೋಗ ಮತ್ತು ಎಲೆಚುಕ್ಕೆ ರೋಗಗಳಿಂದ ಬೆಳೆಯನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಸೂಕ್ತ ಮದ್ದುಗಳನ್ನು ಸಿಂಪಡಿಸಿ.

ಈ ಮೇಲಿನ ಕೃಷಿ ಪದ್ಧತಿಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಬೆಳೆದಾಗ, ಎಕರೆಗೆ 50 ರಿಂದ 70 ಕ್ವಿಂಟಾಲ್ ಇಳುವರಿ ಸಾಧ್ಯ.

೯. ಬತ್ತ

ತಳಿಗಳು: ಕರ್ನಾಟಕಕ್ಕೆ ಐಆರ್–8, ಜಯ, ಐಆರ್–20, ಸೋನ, ವಾಣಿ, ಪ್ರಕಾಶ್, ವಿಕ್ರಮ್ ಮತ್ತು ಸೂರಜ್ ತಳಿಗಳನ್ನು ಶಿಫಾರಸ್ಸು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಮಳೆಬೀಳುವ ಗುಡ್ಡಗಾಡು ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಬಾಡಲು ರೋಗನಿರೋಧಕ ಇಂಡಾನ್ ತಳಿ ಸೂಕ್ತ.

ಬೆಂಗಳೂರು ಕೃಷಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ರೂಪಿಸಿರುವ ಮಧು, ಮಂಗಳ ಮತ್ತು ಪುಷ್ಪ ತಳಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯಬಹುದು.

ರಸಗೊಬ್ಬರ: ಮುಂಗಾರಿನ ಬೆಳೆಗೆ 100 ಕಿಲೋ ಸಾರಜನಕ, 50 ಕಿಲೋ ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 50 ಕಿಲೋ ಪೊಟಾಶ್ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು, ಬೇಸಿಗೆ ಬೆಳೆಗೆ 125 ಕಿಲೋ ಸಾರಜನಕ 62·5 ಕಿಲೋ ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 62·5 ಕಿಲೋ ಪೊಟಾಶ್ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನೂ, ಮಲೆನಾಡಿನ ಜಿಲ್ಲೆಗಳಾದರೆ ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 100 ಕಿಲೋ ಸಾರಜನಕ,

75 ಕಿಲೋ ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 85.5 ಕಿಲೋ ಪೊಟ್ಯಾಶ್ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನೂ ನೀಡಬೇಕು.

ಕೊಟ್ಟಿಗೆ/ಕಂಪೋಸ್ಟ್ ಗೊಬ್ಬರವನ್ನು ನಾಟಿಗೆ ಮೂರು ವಾರಗಳ ಮುನ್ನ ನೀಡಬೇಕು. ಪೈರನ್ನು 2 ಸೆಂ.ಮೀ.ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಆಳಕ್ಕೆ ನಾಟಿಮಾಡಬಾರದು.

ಸಸ್ಯಸಂರಕ್ಷಣೆ: ಹಿಟ್ಟು ಹುಳುಗಳು, ಗಂಟುನೊಣ ಮತ್ತು ಬಾಡಲು ರೋಗಗಳಂಥ ರೋಗರುಜಿನಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಕ್ರಿಮಿನಾಶಕ ಹಾಗೂ ಮದ್ದುಗಳ ಸಿಂಪಡಣೆಯಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕು.

೧೦. ರಾಗಿ

ರಾಗಿಯನ್ನು ತಿನ್ನುವವ ನಿರೋಗಿ ಎಂದ ಸರ್ವಜ್ಞ. ಬಹುಶಃ ರಾಗಿಯಲ್ಲಿ ಇರುವಷ್ಟು ಸುಣ್ಣ (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ)ದ ಅಂಶ ಬೇರಾವ ಧಾನ್ಯಗಳಲ್ಲೂ ಸಿಗಲಾರದು. ಈ ಅಂಶ ಎಲುಬುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯ. ಜೊತೆಗೆ ಇದು ಅಗ್ಗದ ಆಹಾರ ಕೂಡ. ಬಡವರಿಗೆ ವರದಾನ.

ಉತ್ತಮ ತಳಿಗಳು: ಪಿ.ಆರ್. 202 ತಳಿ ಮಳೆಗಾಲಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಮಧ್ಯಮಾವಧಿ ತಳಿ. ಇ.ಎಸ್–11 ಪೂರ್ಣ ಶಕ್ತಿ, ಇಂಡಾಫ್–1 ಮತ್ತು ಇಂಡಾಫ್–2 ತಳಿಗಳನ್ನು ಬೆಂಗಳೂರು ಕೃಷಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ರೂಪಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ, ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಇಂಡಾಫ್–5 ನೀರಾವರಿ ತಳಿಗಳು, ಉಳಿದವು ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗಾಗಿವೆ.

ರಸಗೊಬ್ಬರ: ನೀರಾವರಿ ಬೆಳೆಯಾದರೆ 100 ಕಿಲೋ ಸಾರಜನಕ. 50 ಕಿಲೋ ರಂಜಕ ಮತ್ತು 50 ಕಿಲೋ ಪೊಟ್ಯಾಶ್ ಹಾಗೂ ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆಯಾದರೆ 50 ಕಿಲೋ ಸಾರಜನಕ ಮತ್ತು 37·5 ಕಿಲೋ ರಂಜಕ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಟೇರೊಂದಕ್ಕೆ ನೀಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕೊಟ್ಟಿಗೆ ಗೊಬ್ಬರವನ್ನು ಬಿತ್ತುವ/ನಾಟಿಮಾಡುವ ಮೂರು ವಾರಕ್ಕೆ ಮುನ್ನ ನೀಡಬೇಕು. ಕೂರಿಗೆಯ ಬಿತ್ತನೆ ಉತ್ತಮ.

ಈ ಬೆಳೆಗೆ ರೋಗರುಜಿನಗಳ ಕಾಟವೂ ಕಡಿಮೆ. ಬಾಡಲು ರೋಗದ ಬಗ್ಗೆ ಸೂಕ್ತ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸಬೇಕು. ಮಕ್ಕಳಿಂದ ಮುದುಕರವರೆಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಜೀರ್ಣವಾಗುವಂಥ ಈ ಬಡವರ ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳೆಯುವುದು ಸೂಕ್ತ.

ಪ್ರಿನ್ಸ್‌ಟನ್‌ನಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಕ್ರಿಸ್‌ಮಸ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತರುಣರ ಗುಂಪೊಂದು ಅವರ ಮನೆ ಕರೆಗಂಟೆ ಬಾರಿಸಿತು. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಬಾಗಿಲು ತೆಗೆದು ನಿಂತಾಗ ತರುಣರು ಸಮೂಹಗಾನಗಳನ್ನು ಹಾಡತೊಡಗಿದರು. ಅವರು ಮೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಕೇಳತೊಡಗಿದರು. ಹಾಡುವುದು ಮುಗಿದ ಮೇಲೆ ತರುಣನೊಬ್ಬ, "ಏನಾದರೂ ಬಹುಮಾನಕೊಡಿ" ಎಂದು ಕೇಳಿದ.

"ಎಂತಹ ಬಹುಮಾನ?" ಎಂದು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದರು.

"ಓ ! ಜನರು ಕಾಸು ಕೊಡುತ್ತಾರೆ"

"ಒಂದು ನಿಮಿಷ ತಡೆಯಿರಿ, ಬಂದೆ" ಎಂದು ಒಳಗೆ ಹೋದರು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್.

ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಬಹುಮಾನ ತರಲು ಒಳಗೆ ಹೋಗಿದ್ದಾರೆಂದು ಮಕ್ಕಳು ಎಣಿಸುತ್ತಾ ಕಾದರು. ಆದರೆ, ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತಿನನಂತರ ಅವರ ಮಾಮೂಲಿ ಸ್ವೆಟರ್ ತೊಟ್ಟು, ಕುಲಾಯಿಯಂತಹ ಮಾಸಿದ ಉಣ್ಣೆಯ ಟೋಪಿಯನ್ನು ತಲೆಗೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡು, ಬಗಲಿಗೆ ಅವರ ಪಿಟೀಲು ನೇತುಹಾಕಿಕೊಂಡು ಅವರು ಬಂದರು.

"ನಿಮ್ಮೊಡನೆ ಬಂದು, ನೀವು ಹಾಡಿದಂತೆ ನಾನು ಪಿಟೀಲು ಬಾರಿಸುತ್ತೇನೆ. ಆದರೆ, ನನ್ನ ಭಾಗದ ಕಾಸನ್ನು ನೀವು ನನಗೆ ಕೊಡುತ್ತೇವೆಂದು ಮಾತುಕೊಡಬೇಕು" ಎಂದರಂತೆ !

ಸಂಗ್ರಹ : ಎಸ್. ಹಾಲಪ್ಪ

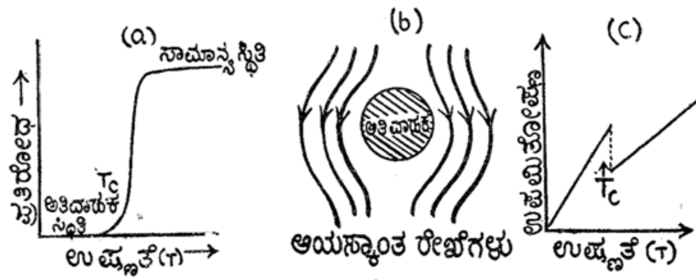
ಡಾ. ಸಿ. ಎಸ್. ಸುನಂದನ

ಅತಿವಾಹಕಗಳು
(Super conductors)

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ ಇಂದಿನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ತೀರಾ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದೆಡೆಗೆ ಒಯ್ಯಲು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಲೋಹದ (ತಾಮ್ರ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಇತ್ಯಾದಿ) ತಂತಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ತಂತಿಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರತಿರೋಧ ಶಕ್ತಿ (resistance) ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ನಷ್ಟ ರಹಿತವಾಗಿ ಪರಿವಹನ ಕ್ರಿಯೆ (lossless transmission) ನಡೆಸಲಾರೆವು. ಹೀಗಾಗಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸರಬರಾಜಿನಲ್ಲಿ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಾಖೋತ್ಪನ್ನ ವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಭಾಗಶಃ ವ್ಯರ್ಥವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ (generator) ಗಳಲ್ಲೂ ಈ ತೊಂದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅತಿಕಡಿಮೆ ಪ್ರತಿರೋಧವುಳ್ಳ ಅಥವಾ ಪ್ರತಿರೋಧರಹಿತ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಬಳಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅದರಲ್ಲೂ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ–ಮತ್ತು ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ–ಮುಖ್ಯ ಗುರಿಗಳ ಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ. ಅತಿವಾಹಕಗಳು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ನಷ್ಟವಿಲ್ಲದೆ (ಪ್ರತಿರೋಧರಹಿತವಾಗಿ) ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಅತ್ಯಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಪದಾರ್ಥಗಳು.

ವಿಶ್ವದ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಅತಿವಾಹಕವೆಂದರೆ ಪಾದರಸ. ಅದನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ನೆದರ್ಲ್ಯಾಂಡ್ಸ್‌ನ ಲೈಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಕೇಮರ್‌ಲಿಂಗ್ ಓನ್ಸ್. 1911ರ ಮಾತು ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಷ್ಟೆ ಆತ ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲವನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಿದ್ದ. ಅತಿ ಕನಿಷ್ಠ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ (4 ಡಿಗ್ರಿ ಕೆಲ್ವಿನ್ ಅಥವಾ–269 ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್) ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲದಿಂದ ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಹೀಲಿಯಂ ದ್ರವವನ್ನು ಬಳಸಿ ಓನ್ಸ್ ಕೆಲವು ಲೋಹಗಳ (ಪಾದರಸ, ಸೀಸ ಮತ್ತು ತವರ) ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿದ; ಈ ಲೋಹಗಳು ತನ್ನವೇ ಆದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿರೋಧ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪಾದರಸದ ಪರಿವರ್ತನೋಷ್ಣಾಂಶ (transition temperature, T_c) 4.15 K ಹಾಗೂ ಸೀಸದ್ದು 7.2K. ಈ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆ ಶೈತ್ಯಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿದರೆ ಅವು

ಅತಿವಾಹಕಗಳಾಗಿ, ತೀರಾ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು, ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲುವು. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಆಯಸ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಗೊಳಪಡಿಸಿದರೆ ಆಯಸ್ಕಾಂತ ರೇಖೆಗಳು ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಅತಿವಾಹಕದ ತಂತಿಯೊಂದನ್ನು ಮಿತಿಮೀರಿದ ಆಯಸ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಗೆ (critical magnetic field) ಒಳಪಡಿಸಿದರೆ ಅದು ತನ್ನ ಅತಿವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣಾಂಶ ಏರಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚಾಗುವ ಅತಿವಾಹಕದ ಉಪಮಿತೋಷ್ಣ (specific heat) ಪರಿವರ್ತನೋಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೆಲೇ ಜಿಗಿದು, ಪುನಃ ಏರತೊಡಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಅತಿವಾಹಕದ ಅತಿಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣವಾದ 'ಉಪಮಿತೋಷ್ಣ ಜಿಗಿತ' (specific heat jump) ಚಿತ್ರ 1 (a), (b), (c).



ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿವಾಹಕಗಳ ಆವಿಷ್ಕಾರವಾಯಿತು. ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿ (periodic table) ಯ ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಐದನೆಯ ಆವರ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಬರುವ ಲ್ಯಾಂಥನಂ, ವೆನೇಡಿಯಂ, ಮತ್ತು ನಿಯೋಬಿಯಂ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು Tc ಉಳ್ಳ 'ಸಂಕ್ರಮಣ ಲೋಹಗಳು' (transition metals). ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ನಿಯೋಬಿಯಂ ($Tc=9.2K$) ಅನ್ನು ತಂತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಗರಿಷ್ಠ Tc ಉಳ್ಳ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳ ಮತ್ತು ಇತರ ವಸ್ತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಇಂದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದ್ದು ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅವ್ಯಾಹತ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಅಮೆರಿಕದ ಬೆಲ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಅಗ್ರಗ್ರಾಮಿ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳ ಪೈಕಿ Nb_3Ge ಅತಿಹೆಚ್ಚು ಅಂದರೆ $23.2K$ T_c ಹೊಂದಿದ್ದು, ಇದರ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಜಲಜನಕ ದ್ರವದಲ್ಲಿ (ಈ ದ್ರವ $20K$ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೆ) ಉಪಯೋಗಿಬಹುದು. ಈ ಅತಿವಾಹಕವನ್ನು ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ತೆಳುವಾದ ಪೊರೆ (thin film) ಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳೆಂದರೆ $Nb_3\,Ti$ ($10K$), $Nb_3\,Zr$ ($10.8K$), V_3Ga ($14.8K$) Nb_3Sn ($18K$) ಮತ್ತು Nb_3Al ($18.8K$) ಇವುಗಳು

ಹೀಲಿಯಂ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಈ ವಸ್ತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ತಂತಿಗಳನ್ನಾಗಿ ರೂಪಿಸುವ ಕಲೆ ಇಂದು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಗತಿ ಸಾಧಿಸಿದೆ.

ಬಳಸಲ್ಪಡುವ ಅತಿವಾಹಕವು (1) ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿವರ್ತನೋಷ್ಣಾಂಶ ಹೊಂದಿರಬೇಕು, (2) ತಂತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕು, ಮತ್ತು (3) ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಂದ್ರತೆ (current density) ಹೊಂದಿರಬೇಕು. Nb_3Sn ಬಗೆಯ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು 10,000 ದಿಂದ 10,00,000 ಆಂಪೇರ್/ಚದರ ಮೀಟರ್ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಬಲ್ಲುವು, ನೂರಾರು ಸಣ್ಣ (ಅಂದರೆ 60 ಮೈಕ್ರೋ ಮೀಟರ್–ಕೂದಲೆಳೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ) ಅತಿವಾಹಕ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಹಗ್ಗದೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಣೆದು, ಪರಿಶುದ್ಧ ತಾಮ್ರದ (ಅಥವಾ ತವರ–ಕಂಚಿನ) ಹೊದಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ದೃಢತೆ ಹೆಚ್ಚುವುದಲ್ಲದೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರಸಾರವಾದಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ಅಪಾಯವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇರುವುದು.

Nb_3Sn–ಮಾದರಿಯ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳ ಸ್ಫಟಿಕರಚನೆ (crystal structure) ಸರಳ ಹಾಗೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿದ್ದು ನಿಯೋಬಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ನೇರಸರಪಳಿಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ x, y, z ಮೂರು ಅಕ್ಷಗಳಲ್ಲೂ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ, ವಿದ್ಯುತ್‌ವಾಹಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸಬಲ್ಲುವು. ಈ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿವಾಹಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಶ್ರೇಯಸ್ಸು ಅಮೆರಿಕದ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ದಿ॥ ಬಿ. ಟಿ. ಮಥ್ಯಾಸ್ (ಆತ 1980ರಲ್ಲಿ ಕಾಲವಾದರು) ಅವರಿಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಈ ಮೇಧಾವಿ, ಯಾವೊಂದು ಸಮೀಚೀನ ತತ್ವದ ಸಹಾಯವೂ ಇಲ್ಲದೆ ನೂರಾರು ಅತಿವಾಹಕಗಳನ್ನು–ಅದರಲ್ಲೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ $ErRh_4B_4$, $PbMo_6S_8$ ($T_c = 15\ K$) ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆವಿಷ್ಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. 'ತ್ರಯಾತ್ಮಕ ಅತಿವಾಹಕ' (ternary superconductors) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಅನೇಕ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳು–ಅಂದರೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿವರ್ತನೋಷ್ಣಾಂಶ ($PbMo_6Sc_8$; $15K$) ಮತ್ತು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು 'ಗರಿಷ್ಠ ಸಂಕ್ರಮಣ ಆಯಸ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರ (upper critical magnetic field) ಗಳನ್ನು ($PbMo_6S_8$–500000 ಗೌಸ್) ಪಡೆದಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಅತಿವಾಹಕ ಆಯಸ್ಕಾಂತಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಫಟಿಕ ರಚನೆಯೂ ಸರಳವಾಗಿದ್ದು–Pb ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೂರು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ Mo_6Sc_8 ಘಟಕಗಳ ವಿನ್ಯಾಸದಿಂದ ಏರ್ಪಟ್ಟ ಕಾಲುವೆಗಳಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ.

ಇನ್ನು ಅತಿವಾಹಕಗಳ ಕಾರ್ಯ ಕಾರಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿವೇಚಿಸೋಣ. ಲೋಹವೊಂದರಲ್ಲಿ ಘನಮೀಟರಿಗೆ ಸುಮಾರು 10^{29} ರಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ, ಅತಿವೇಗದಲ್ಲಿ (ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 14 ಲಕ್ಷ ಮೀಟರ್) ಚಲಿಸುವ ಮುಕ್ತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇದೇ ಅಣುವಿಗೆ ಸೇರಿದ್ದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗದು. ಲೋಹದ

ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಥಿತಿ (normal state)ಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ವಿಕರ್ಷಣೆ (repulsion) ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅತಿವಾಹಕ ಸ್ಥಿತಿ ಸಮೀಪಿಸಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಕೆಲವು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಎರಡೆರಡರಂತೆ ಜತೆಯಾಗಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಘನೀಕರಣ (Condensation) (ಈ ಜೋಡಿಗಳಿಗೆ ಕೂಪರ್ ಜೋಡಿ (Cooper Pairs) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು) ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ—ಹೀಗಾಗಿ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಆಕರ್ಷಣೆ ಉಂಟಾಗಿ, ಅತಿವಾಹಕತೆಯ ಆವಿರ್ಭಾವವಾಗುತ್ತದೆ. ಅತಿವಾಹಕ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜೋಡಿಗಳು ಮತ್ತು ಒಂಟಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇರುತ್ತವೆ. ಜೋಡಿಗಳು ಘನೀಭವಿಸಿದಾಗ ಲೋಹದ ಅಂತ ಶಕ್ತಿ (Internal energy) ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಆಕರ್ಷಣೆ ಉಂಟಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅವುಗಳ ನಡುವಣ ಅಂತರ 10^{-8} ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ನಷ್ಟಿದ್ದು, ಅವು ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ 'ಸ್ಪಿನ್' (Spin) ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರಬೇಕು.

ಅತಿವಾಹಕತೆಯ ಮೂಲಭೂತ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಉಪಶಾಖೆಯನ್ನೇ ಸೃಜಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾದ ಬಾರ್ಡೀನ್, ಕೂಪರ್ ಮತ್ತು ಶ್ರೈಫರ್‌ಗೆ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಈ ಮೂವರು 1975ರ ನೊಬೆಲ್ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪಾರಿತೋಷಕವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ.

ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರ, ಶೈತ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ (Cryogenics) ಮತ್ತು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರುಗಳ ಸಹಕಾರ, ಸಹಯೋಗಗಳಿಂದ ಅತಿವಾಹಕಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಅತಿವಾಹಕಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯುತ-ಆದರೆ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಆಯಸ್ಕಾಂತಗಳು (30,000 ಗಾಸ್), ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳು (5 ಮೆಗಾವಾಟ್) ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳು ತಯಾರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿವೆ. ಮುಂದಿನ ದಶಕದಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಲಿರುವ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿವಾಹಕಗಳು ಮಹತ್ತರ ಪಾತ್ರವಹಿಸಲಿವೆ. ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಯಸ್ಕಾಂತ ಲಂಘೀಕರಣ (Magnetic Lentation) ಅಂದರೆ ಹೀಲಿಯಂ ದ್ರವದ ಬಳಕೆಯಿಂದ, ಆಯಸ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಅತಿವೇಗದ ರೈಲುಗಾಡಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದು, ಬೀಜಸಂಯೋಜನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಇಂಧನ ಪಡೆಯುವುದು (ಬೀಜ ಸಂಯೋಜನದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಶಾಖವನ್ನು ಸ್ಥಳಾಂತರಿಸಲು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು Tc ಉಳ್ಳ ಅತಿವಾಹಕಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ), ಅತಿವೇಗದ ಕಂಪ್ಯೂಟರ್‌ಗಳು ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜೀವನವನ್ನು ಸುಗಮಗೊಳಿಸುವಲ್ಲಿ, ಏರುತ್ತಿರುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೇಡಿಕೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುವಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗುವುವೆಂಬ ನಂಬಿಕೆ ದಿನೇ ದಿನೇ ಬಲವತ್ತರವಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಡಾ. ಕೆ. ಸಿದ್ದಪ್ಪ

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರ

ಪ್ರಕೃತಿಯ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಭೇದಿಸಲು ಮಾನವನು ಕೈಕೊಂಡಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಹಲವೊಮ್ಮೆ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿ ದೊರೆತಿರುವ ಮಹತ್ತರ ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರ (neutron activation technique) ಪ್ರಮುಖವಾದುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಸ್ಥಿರ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು (radioactivity) ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿ, ತತ್ಪರಿಣಾಮ ವಾಗಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿಕಿರಣಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಮೂಲಕ ವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಧರ್ಮಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡುವ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆ-ವಿನ್ಯಾಸದ ರಹಸ್ಯ ವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಸಾಧನವಾಗಿರುವ ಈ ತಂತ್ರವು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರ, ಪ್ರಾಚ್ಯ ವಸ್ತುಶಾಸ್ತ್ರ, ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಮುಂತಾದ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿವಿಧ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯಾಪಕ ವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ.

ಯುರೇನಿಯಂ, ರೇಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಪೊಲೋನಿಯಂ ಎಂಬ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳು ಆಲ್ಫಾಕಣ, ಬೀಟಾಕಣ ಅಥವಾ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದನ್ನು 19ನೇ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿಯೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯ ಲಾಗಿತ್ತು. ಈ ವಿಶಿಷ್ಟ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಹಜ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ವಸ್ತುಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಗುಣಗಳನ್ನೂ ಪಡೆದಿರು ತ್ತವೆ. ಈ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಗುಣಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿ, ಅವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದು. ಐರಿನ್ ಕ್ಯೂರಿ ಮತ್ತು ಫ್ರೆಡರಿಕ್ ಕ್ಯೂರಿ ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಲ್ಫಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಪೊಲೋನಿಯಂನ ಮುಂದೆ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಹೊತ್ತು ಇಟ್ಟು ಆಮೇಲೆ ಪೊಲೋನಿಯಂನ್ನು ಅಲ್ಲಿಂದ ತೆಗೆದನಂತರವೂ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ

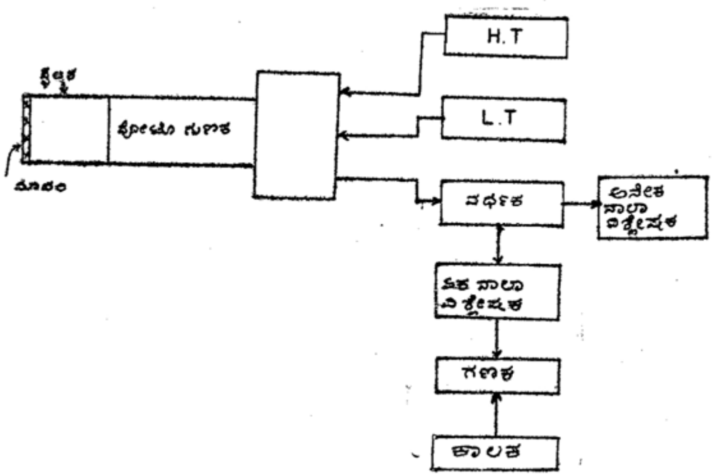
ತುಣುಕುಗಳಿಂದ ವಿಕಿರಣ ಕಿರಣಗಳು ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ಕಂಡರು. ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾ ಗುಣವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ ಪಡೆದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ರಂಜಕವಾಗಿ (Phosphorus) ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿರುವುದನ್ನು ಮತ್ತು ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಾದ ಈ ರಂಜಕದಿಂದ ವಿಕಿರಣ ಕಿರಣಗಳು ಹೊರಬರುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಅವರು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಕ್ರಿ.ಶ. 1933ರಲ್ಲಿ ಕ್ಯೂರಿ ಮತ್ತು ಫ್ರೆಡರಿಕ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಈ ಹೊಸ ಸಂಶೋಧನೆ ಸ್ಥಿರವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪ್ರೇರೇಪಿಸಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿತು.

ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ವರ್ಷ ಮೊದಲು, 1932ರಲ್ಲಿ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಅಣು ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರೊ. ಚಾಡ್‌ವಿಕ್ ಹೊಸ ಪರಮಾಣು ಕಣ ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದರು. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಹೆಚ್ಚು ತೂಕದ ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನೂ ಹೊಂದಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಕರ್ಷಣೆಗೊಳಗಾಗದೆ ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ವಿವಿಧ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನುಂಟು ಮಾಡಬಲ್ಲದು. ಕ್ರಿ. ಶ. 1936ರಲ್ಲಿ ಜಾರ್ಜ್ ಹೆವಿಸೀ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಸ್ಥಿರವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ರೇಡಿಯಂ, ರಾಡಾನ್ ಮತ್ತು ಬೆರಿಲಿಯಂ ವಿಕಿರಣ ಮಿಶ್ರಣದಿಂದ ಹೊರಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಡಿಸ್‌ಪ್ರೋಸಿಯಂ ಸ್ಥಿರವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿದನು. ಅಂದರೆ ಡಿಸ್‌ಪ್ರೊಸಿಯಂಅನ್ನು ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿದನು. ನಂತರ ಪ್ರೇರಿತ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಹೆವಿಸಿಯು ಯಟ್ರಿಯಂ ವಸ್ತುವಿನ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಡಿಸ್‌ಪ್ರೊಸಿಯಂನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತಂದನು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಪ್ರಾರಂಭಿಕ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕೊಡುವ ಉಗಮಗಳು (sources) ಇಲ್ಲದ್ದರಿಂದ ವಿಧಾನವು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಬರಲಿಲ್ಲ. ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕೊಡುವ ಉಗಮಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದನಂತರ ಈ ತಂತ್ರವು ಮಹತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯಿತು. ಈಗ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಬಗೆಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಉಗಮಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ: (i) ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಉಗಮಗಳು (isotopic sources), (ii) ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಜನಕಗಳು (neutron generators) ಮತ್ತು (iii) ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು (atomic reactors). ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಮಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಚದುರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 10^{15}ರಷ್ಟು (ಕೋಟಿ ಕೋಟಿಗಿಂತಲೂ

ಹೆಚ್ಚು) ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗ ಕಡಮೆ ಇದ್ದಷ್ಟೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳು ಐಕ್ಯಗೊಳಿಸಿಕೊಂಡು ಚುರುಕುಗೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನೀಡುವ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಲಭ್ಯವಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಜನಕಗಳಾದ ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್-ವಾಲ್ಟನ್ ಜನರೇಟರ್ ಮತ್ತು ವಾನ್‌ಡೇಗ್ರಾಫ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಿಗಿಂತ ಸುಮಾರು 10,000 ಕಡಮೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಉಗಮಗಳಾದ ರೇಡಿಯಂ-ಬೆರಿಲಿಯಂ ಮಿಶ್ರಣದ ಉಗಮ, ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ-ಬೆರಿಲಿಯಂ ಮಿಶ್ರಣ, ಅಮೆರಿಸಿಯಂ-ಬೆರಿಲಿಯಂ ಮಿಶ್ರಣದ ಉಗಮ ಇವುಗಳು ಕೊಡುವ ಮಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರದಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ನಡೆಸುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಸ್ವಲ್ಪ ವಿವರವಾಗಿ ನೋಡೋಣ : ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಉಗಮದಿಂದ ಮಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಿರ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ಕೇಂದ್ರ ಅಥವಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಐಕ್ಯಗೊಳಿಸಿಕೊಂಡು ಬೇರೊಂದು ಸಮಸ್ಥಾನಿ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದು ಆಲ್ಫಾ, ಬೀಟಾ ಅಥವಾ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಕಿರಣಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ, ಬೇರೆ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಗಳು ತಮ್ಮವೇ ಆದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಕಿರಣ ಕ್ಷೀಣ ಗುಣಧರ್ಮಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ, ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಕ್ಷೀಣಗತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ವಿಕಿರಣ ಗುಣಧರ್ಮಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದು. ವಿಕಿರಣ ಗುಣಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ಸೂಕ್ತ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಕಿರಣ ಕಣಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿವಿಧ ವಿಕಿರಣ ಪರಮಾಣುಗಳ ಬೀಟಾ ಕಣಗಳ ಬಿಂಬಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟ. ಆದುದರಿಂದ ಬೀಟಾ ಕಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊಮ್ಮಿಸಿ ಕ್ಷೀಣಗೊಳ್ಳುವ ಕೆಲವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬೇರೆಲ್ಲಾ ವಿಕಿರಣ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಅಭ್ಯಸಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ, ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಶಕ್ತಿಯ ಕಣಗಳಾಗಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದರಿಂದ ಸೂಕ್ತ ಶಕ್ತಿಯ ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದು ಸುಲಭ, ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಹಲವೊಮ್ಮೆ ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯ ಕ್ಷೀಣಗತಿಯನ್ನು ಸಹ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವುದು ಅವಶ್ಯವಾಗಬಹುದು. ಈ ತಂತ್ರ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಬಳಸುವ ಸಲಕರಣೆಯ ಸ್ಥೂಲ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರ–1 ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಚಿತ್ರ 1

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆಗೊಳಪಟ್ಟ ವಸ್ತುವು ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವ ಪ್ರಮಾಣವು ಮಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹಮಿತಿ, ಚುರುಕುವಿಕೆಯ ಅವಧಿ, ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿದ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣ ಕ್ಷೀಣತೆಯ ನಿಯಮಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ರೂಪಿಸಿರುವ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಚುರುಕುಗೊಳಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N ಅನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಿಸಬಹುದು :

$$N = \frac{A\,(1+\alpha)}{P\theta\sigma\Phi\,(1-e^{-\lambda ti})\,(e^{-\lambda ta}-e^{-\lambda tb})}$$

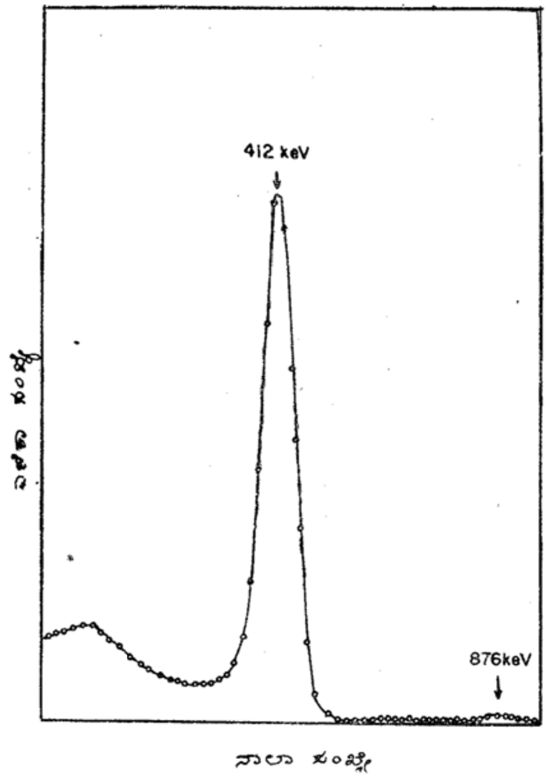
A = ಗೊತ್ತುಪಡಿಸಿದ ಗಾಮಾ ಕಿರಣ ಬಿಂಬದ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ (Photopeak area)
α = ಗಾಮಾ ಕಿರಣದ ಪರಿವರ್ತನ ಗುಣಕ (Conversion coefficient)
λ = ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯ ಕ್ಷೀಣತೆ ನಿಯತಾಂಕ (decay constant)
P = ಗಾಮಾ ಕಿರಣದ ಶಿಖರ ಬಿಂಬ ಸಫಲತ್ವ (photopeak efficiency)
θ = ಗಾಮಾ ಕಿರಣದ ಶೇಕಡ ಪ್ರಮಾಣ (percentage abundance)
σ = ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಐಕ್ಯಕ್ರಿಯೆಯ ಸೂಚ್ಯಾಂಕ (absorption cross section)
Φ = ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹ (flux)
ti = ಚುರುಕುವಿಕೆ ಅವಧಿ

ta = ಚುರುಕುವಿಕೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದಂದಿನಿಂದ ಎಣಿಸುವಿಕೆ ಆರಂಭದ ಮಧ್ಯಂತರ ಮತ್ತು
tb = ಚುರುಕುವಿಕೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದಂದಿನಿಂದ ಎಣಿಸುವಿಕೆ ನಿಲ್ಲಿಸುವವರಿಗಿನ ಅವಧಿ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹ ϕ ಯನ್ನು ಒಂದು ಆರಿಸಿದ ಆದರ್ಶ ಸಮಸ್ಥಾನಿಯನ್ನು (standard isotope) ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗುವುದು. ಗಾಮಾ ಕಿರಣಬಿಂಬದಡಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲ A ಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಲೆಕ್ಕಿಸಬಹುದು. ti, ta ಮತ್ತು tb ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಅವಧಿಗಳು. a, λ, P, θ ಮತ್ತು σ ಗಳ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಸಾಹಿತ್ಯದಿಂದ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುವುದು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರದ ವಿವಿಧ ರಂಗಗಳಲ್ಲಿನ ಬಳಕೆಗಳು ಒಂದು ಪಕ್ಷಿನೋಟವನ್ನು ಈಗ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ: ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಈ ತಂತ್ರವು ಪರಮಾಣು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು (nuclear reactions) ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ $^{197}Au\ (n, r)\ ^{198}Au$ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಬಂಗಾರದ ಸಮಸ್ಥಾನಿ Au–197 ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಐಕ್ಯಗೊಳಿಸಿಕೊಂಡು ವಿಕಿರಣ ಸಮಸ್ಥಾನಿ Au–198 ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವ ಈ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ–2ರಲ್ಲಿ 25 keV ಶಕ್ತಿಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಆಗುವ ಇಂತಹ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯ ಉತ್ಪನ್ನ ಫಲ Au–198 ಸಮಸ್ಥಾನಿಯು ಹೊಮ್ಮಿಸುವ ಗಾಮಾ ಕಿರಣ ಬಿಂಬವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಹೆಚ್ಚು ವೃದ್ಧಿಯ 412 kev ಗಾಮಾ ಕಿರಣ ವನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು ಅದರ ಶಿಖರದಡಿಯ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿ, ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಸಮೀಪಕರಣದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯ ಸೂಚ್ಯಾಂಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ರೀತಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿ ಸಾವಿರಾರು ಪರಮಾಣು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯ ಸೂಚ್ಯಾಂಕಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಪರ ಮಾಣು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯ ಸೂಚ್ಯಾಂಕಗಳು ಪರಮಾಣು ರಚನೆ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಅರಿತು ಕೊಳ್ಳಲು, ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಹಾಗೂ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತಿತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಪರಮಾಣು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿವಿಧ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತವಾಗಿವೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರವು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ, ಬೇರೆಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಲು ಉಪಯುಕ್ತ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂಬಂಧದ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ



ಚಿತ್ರ 2

ಬೇರೆಲ್ಲಾ ವಿಧಾನಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಈ ತಂತ್ರವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಿನ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ($10^{-15}gm$ ನಷ್ಟು ಸಹ) ಪತ್ತೆಮಾಡಿ, ಲೆಕ್ಕಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೇರಾವ ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ಗುರುತಿಸಿ ಲೆಕ್ಕಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಲೋಹ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪರಿಶುದ್ಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಈ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಬಾಳಿಕೆ ಬರುವ ಲೋಹ ಮಿಶ್ರಣ (alloy) ಹಾಗೂ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಶುದ್ಧ ವಸ್ತುಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ.

ಪ್ರಾಚೀನ ಜನತೆಯ ಕಲೆ, ಸಂಸ್ಕೃತಿ, ಜೀವನಮಟ್ಟ, ಇವುಗಳ ಕುರುಹುಗಳಾಗಿ

ದೊರೆತ ನಾಣ್ಯಗಳು, ಲೋಹದ ಆಯುಧಗಳು, ಮಡಕೆ–ಕುಡಿಕೆಗಳು ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಅಪೂರ್ವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹಾಳುಮಾಡದಂತೆಯೇ ಖಚಿತ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಲು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರ ವಿಧಾನವೊಂದರಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಶುದ್ಧ ಬೆಳ್ಳಿಯವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲವು ಹಳೆಯ ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಈ ತಂತ್ರಕ್ಕೊಳ ಪಡಿಸಿ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ :

ಹಳೆಯ 'ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ'ಗಳಲ್ಲಿನ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪ್ರಮಾಣ

ಕ್ರ.ಸಂ.	ನಾಣ್ಯ ಹಾಗೂ ತಯಾರಾದ ವರ್ಷ	ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪ್ರಮಾಣ
1	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1903	78·5%
2	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1915	65·7%
3	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1917	63.3%
4	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1919	62.0%
5	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1942	47·9%
6	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1944	45.4%
7	ಬೆಳ್ಳಿ ರೂಪಾಯಿ 1945	41·8%

ನಾಣ್ಯ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಿರಬಹುದಾದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಲೋಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಈ ತಂತ್ರ ವಿಧಾನದಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಬಹುದು.

ಪ್ರಾಚೀನ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಮತ್ತು ಕರ್ತೃವನ್ನು ಖಚಿತ ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಈ ತಂತ್ರವು ನೆರವಾಗಿದೆ. ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿನ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿ ಅವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕ್ರಿ.ಶ. 1500ರಿಂದ 1850ರ ವರೆಗೆ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಒಳಬಣ್ಣ (primer) ಬಿಳಿ ಸೀಸದಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರ, ಬೆಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ಪಾದರಸಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತಿತ್ತೆಂದೂ. 1850ರ ನಂತರ ಈ ಪ್ರಮಾಣವು 10ನೇ ಅಂಶದಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಕೇವಲ 1 ಮಿ.ಗ್ರಾಂ. ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದ ಬಣ್ಣವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಈ ತಂತ್ರಕ್ಕೊಳಪಡಿಸಿ, ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ವನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಿಸಿ, ಕೃತಿಯ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಕೃತಿಯ ಕರ್ತೃವಿನ ಬಗೆ ಸಂಶಯವಿದ್ದರೆ ಕರ್ತೃವಿನ ಬೇರೆ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ಬಣ್ಣದ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ದೊಂದಿಗೆ ಈ ತಂತ್ರವಿಧಾನದಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿ ಕರ್ತೃವನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರವು ಅಪರಾಧ ಶೋಧನೆ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ (crime detection) ಬಹಳ ಮಹತ್ತರ ಪಾತ್ರವಹಿಸಿದೆ. ನೆಪೋಲಿಯನ್ನನ ಸಾವಿನ ಬಗ್ಗೆ ಈ ತಂತ್ರದ ನೆರವಿನಿಂದ ನಡೆಸಿದ ಸಮೀಕ್ಷೆ ಈ ಬಗೆಯ ಉಪಯೋಗಗಳ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೌತುಕಮಯ ಉದಾಹರಣೆ. ಕ್ರಿ.ಶ. 1821ರಲ್ಲಿ ನೆಪೋಲಿಯನ್ನನು ಸಾವನ್ನಪ್ಪಿದ ಬಹಳ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಅವನ ಸಾವಿಗೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿಯಲಾಗಿತ್ತು. ದಟ್ಟವಾಗಿ ಹರಡಿದ್ದ ಇನ್ನೊಂದು ವದಂತಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಅವನ ಸಾವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದದ್ದಲ್ಲವೆಂದೂ, ಯಾರೋ ವಿಷವುಣಿಸಿ ಕೊಲೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆಂದೂ ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಇದರ ಸತ್ಯಾಸತ್ಯತೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು 1961ರಲ್ಲಿ ಸ್ವೀಡನ್ನಿನ ಸ್ಟೆನ್ ಫಾರ್ಸ್‌ಫೂಡ್ ಮತ್ತು ಆಂಡರ್ಸ್ ವಾಸನ್ ಅವರು ಗ್ಲಾಸ್ಗೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಅಪರಾಧ ಶೋಧನೆ ವಿಭಾಗದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹ್ಯಾಮಿಲ್ಟನ್ ಸ್ಮಿತ್ ಅವರ ಸಹಕಾರದೊಂದಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಸಾವಿನ ರಾತ್ರಿಯೇ ಬೋಳಿಸಿ, ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಟ್ಟಿದ್ದ ನೆಪೋಲಿಯನ್ನನ ತಲೆಗೂದಲನ್ನು ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಚುರುಕುಗೊಳಿಸಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದಾಗ ಕೂದಲಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದ ಆರ್ಸೆನಿಕ್ (ವಿಷಪಾಷಾಣ) ಇರುವುದನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರು! ಅಲ್ಲದೆ ಈ ತಂತ್ರವಿಧಾನದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಕೂದಲಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉದ್ದದ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣದ ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಇರುವುದನ್ನು ಕಂಡರು. ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದ ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಕ್ರೋಢೀಕರಣೆಯು ನೆಪೋಲಿಯನ್ ಅಸೌಖ್ಯದಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದ ಅವಧಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದನ್ನೂ ಪತ್ತೆಮಾಡಿದರು. ಬೇನೆಯಿಂದ ಬಳಲುತ್ತಿದ್ದ ಅವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ-ಸ್ವಲ್ಪವೇ ವಿಷವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಾ ಹೋಗಿರುವುದರಿಂದಲೇ ನೆಪೋಲಿಯನ್ನನು ಸಾವನ್ನಪ್ಪಿರಬೇಕೆಂದು ಈ ತಂತ್ರದ ನೆರವಿನಿಂದ ದೃಢೀಕರಿಸಿದರು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚುರುಕುವಿಕೆ ತಂತ್ರವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಮೈಲಿಗಲ್ಲು. ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿನಾಶಗೊಳಿಸದೆಯೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಬಹಳ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲ ಈ ತಂತ್ರವು ಪ್ರಕೃತಿಯ ಮೇಲೆ ದಿಗ್ವಿಜಯಕ್ಕೆ ಹೊರಟಿರುವ ಮಾನವ ವೀರನ ಬತ್ತಳಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಬಲವಾದ ಅಸ್ತ್ರವಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿದೆ.

ಆಧಾರ ಕೃತಿಗಳು

1. ಕೆ. ಸಿದ್ದಪ್ಪ, ಪಿಎಚ್.ಡಿ.,
ಥೀಸೀಸ್ (1972), ಆಂಧ್ರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ವಾಲ್ಟೇರ್

2. ಕೆ. ಸಿದ್ದಪ್ಪ, ಎನ್. ಲಿಂಗಪ್ಪ ಮತ್ತು ಎಸ್. ಗೋಪಾಲ್
ಪ್ರೊಸೀಡಿಂಗ್ಸ್ ಆಫ್ ದಿ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಸಿಂಪೋಸಿಯಂ ಆನ್ ರೇಡಿಯೇಷನ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್, ಮೈಸೂರು, ಜೂನ್ 1976

3. ಡಬ್ಲ್ಯು. ಹೆಚ್. ವಾಲ್ ಮತ್ತು ಹೆಚ್. ಹೆಚ್. ಕ್ರಾಮರ್
ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಅಮೆರಿಕನ್, 216, 68 (1967)

ನನ್ನಂಥ ಮನುಷ್ಯನ ಸತ್ವ ಇರುವುದು ಅವನು ಏನು ಯೋಚಿಸುತ್ತಾನೆ ಎನ್ನುವುದರಲ್ಲಿ—ಅವನು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಾನೆ ಅಥವ ಅವನಿಗೆ ಏನು ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರಲ್ಲಲ್ಲ.

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್

ಬಹುಶಃ ತಾಟಸ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವ ಒಂದೆ ಆಗಿರಬಹುದು.

ಐಸಾಕ್ ಬಸೇವಿಸ್ ಸಿಂಗರ್

ನಾವು ಬದುಕುತ್ತಿರುವ ವಿಶ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಚಿಂತನೆ ಮಾನವ ಆಲೋಚನೆಯಷ್ಟೆ ಹಿಂದಿನದು, ಮತ್ತು ಕಲೆಯಷ್ಟು ಕೂಡ ಹಿಂದಿನದು ; ತಿಳಿರಾತ್ರಿಯ ಹೊಳೆಯುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆಯಷ್ಟು ಹಿಂದಿನದು.

ಲಿಯೊಪೋಲ್ಡ್ ಇನ್ಫೆಲ್ಡ್

ನಿನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಆಯುಧ ಸುತ್ತಿಗೆಯೊಂದೆ ಆಗಿದ್ದರೆ ನಿನಗೆ ಎದುರಾಗುವ ಎಲ್ಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳೂ ತಲೆಯಮೇಲೆ ಕುಟ್ಟಬೇಕಾದ ಮೊಳೆಗಳಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ.

ಹಿಂದಿನ ಒಂದು ಮಾತು

ಇ. ಡಿ. ನರಹರಿ

ಉಲ್ಕೆಗಳು

ಮಾನವನು ತನ್ನ ಇತಿಹಾಸದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಹಲವಾರು ಕೌತುಕಮಯ ಘಟನೆಗಳಿಂದ ದಿಗ್ಭ್ರಮೆಗೊಂಡಿದ್ದಾನೆ. ಭೂಕಂಪಗಳು, ಅಗ್ನಿಪರ್ವತಗಳ ಶಿಲಾರಸ ಪ್ರವಾಹಗಳು, ಚಂಡಮಾರುತಗಳು ಹಾಗೂ ಉಲ್ಕಾಪಾತಗಳು ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳು ಪುರಾತನ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಭೀತಿಯ ಮನೋಭಾವವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿ, ಅವನು ಅವುಗಳಿಗೆ ದೈವತ್ವ ಹಾಗೂ ಪೌರಾಣಿಕ ಪಾವಿತ್ರ್ಯತೆಗಳನ್ನು ನೀಡಲು ಕಾರಣವಾದುವು. ಆದರೆ ಪ್ರಗತಿಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಮುನ್ನಡೆದ ಮಾನವನು ಇಂತಹ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ವಿವೇಚಿಸಿ, ಅವುಗಳಿಗೆ ವಿಶ್ಲೇಷಣಾತ್ಮಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ನೀಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಉಲ್ಕೆಗಳು (Meteorites) ಅಥವಾ ರಭಸಗಾಮೀ ತಾರೆಗಳು (Shooting Stars) ಇವು ಪ್ರಕೃತಿಯ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳು. ರಾತ್ರಿಯ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಲವಾದ ಆಗಸದಲ್ಲಿ ನಾವು ಇಂತಹ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಉಲ್ಕೆಗಳು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿನ ಘನವಸ್ತುಗಳು. ಇವುಗಳು ಅಂತರಿಕ್ಷದಿಂದ ಪೃಥ್ವಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಅತಿ ವೇಗದಿಂದ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಅತ್ಯಧಿಕ ಶಾಖದಿಂದಾಗಿ ಜಾಜ್ವಲ್ಯಮಾನ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು ಹೊಂದುವುವು. ಪ್ರತಿನಿತ್ಯವೂ ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ಲಕ್ಷ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದು ಮರಳಿನ ಕಣಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಗಾತ್ರವಿರದ ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತಲುಪುವ ಮೊದಲೇ ಅನಿಲೀಕರಣಗೊಂಡು ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಲೀನಗೊಳ್ಳುವುವು. ಕೆಲವು ಬಾರಿ ಇಂತಹ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಅಧಿಕ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಪೃಥ್ವಿಯ ವಾತಾವರಣದ ಮೂಲಕ ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಗಮಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಹೊರಮೈ ಮಾತ್ರ ಅನಿಲೀಕರಣಗೊಂಡು ಒಳಮೈ ಘನೀಕೃತವಾಗಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇಂತಹವುಗಳ ಗಾತ್ರವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೆ ಆಗ ಅವುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಂಡ ವೇಗದಿಂದ ಧುಮ್ಮಿಕ್ಕಿ ಆಸ್ಫೋಟನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಘಟನೆಗೆ

"ಉಲ್ಕಾಪಾತ" ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಉಲ್ಕಾಪಾತಗಳು ಸಂಭವಿಸಿದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರೀ ಪ್ರಪಾತಗಳೂ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು "ಉಲ್ಕಾಪ್ರಪಾತ" ಗಳೆಂದು (Meteoritic Craters) ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಇತಿಹಾಸದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪ್ರಕೃತಿವೈಪರೀತ್ಯಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದ ಮಾನವನು ಅವುಗಳನ್ನು ದೈವಿಕ ಕೊಡುಗೆಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪೂಜ್ಯಭಾವನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದನು. ಮೆಕ್ಕಾದ ಕಾಬಾದಲ್ಲಿನ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ "ಕೃಷ್ಣ ಶಿಲೆ"ಯು (Block Stone) ಇಂದಿಗೂ ವಿಶ್ವದ ಮುಸ್ಲಿಮರೆಲ್ಲರ ಪೂಜನೀಯ ವಸ್ತುವಾಗಿದೆ. ಗ್ರೀಸ್ ದೇಶದ ಎಫೀಸಸ್ ಎಂಬಲ್ಲಿನ ಡಯಾನಾ ದೇವಿಯ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿರುವ ಶಿಲೆಯು ಆ ದೇವಿಯು ಗಗನದಿಂದ ದಯಪಾಲಿಸಿದ ದೈವದತ್ತ ಅನುಗ್ರಹವೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ.

ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಕ್ರಿ. ಶ. 1798ರಲ್ಲಿ ಉಲ್ಕೆಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಧ್ಯಯನ ಮೊದಲಾಯಿತು. ಅದೇ ವರ್ಷ ಭಾರತದ ವಾರಣಾಸಿ ನಗರದ ಬಳಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಉಲ್ಕಾಪಾತದಿಂದ ಉಪಲಬ್ಧವಾದ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಂದ, ಉಲ್ಕೆಗಳು ಹಲವಾರು ವಿಶಿಷ್ಟ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಘಟನೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. 1803ರಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾರಿಸಿನ ಸೈನ್ಸ್ ಅಕಾಡೆಮಿಯು ಖ್ಯಾತ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಬಯೊಟ್‌ನ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಉಲ್ಕೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಅಧ್ಯಯನ ಸಮಿತಿಯನ್ನು ನೇಮಿಸಿತು. ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಲೇಗಲ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಅದೇ ವರ್ಷ ಸಂಭವಿಸಿದ ಒಂದು ಉಲ್ಕಾಪಾತದ ಬಗ್ಗೆ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾಗಿ ಬಣ್ಣಿಸಿದ್ದಾನೆ..

"ಏಪ್ರಿಲ್ 25ರ ಮಂಗಳವಾರ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಗಂಟೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅತಿ ಜಾಜ್ವಲ್ಯಮಯವಾದ ಗೋಳಾಕೃತಿಯ ವಸ್ತುವು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅತಿವೇಗವಾಗಿ ಗಮಿಸುತ್ತಿದ್ದುದನ್ನು ನೋಡಲಾಯಿತು. ಕೆಲವು ಕ್ಷಣಗಳ ಬಳಿಕ, ತೀವ್ರವಾದ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯ ಶಬ್ದ ಕೇಳಿಬಂದಿತು. ಈ ಶಬ್ದವು ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಮೈಲಿ ಸುತ್ತಳತೆಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಐದಾರು ನಿಮಿಷಗಳ ವರೆಗೂ ಕೇಳಿಸಿತು.

ಈ ಶಬ್ದವು ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಚತುಷ್ಕೋಣಾಕೃತಿಯ ಮೋಡದಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದಂತೆ ಭಾಸವಾಯಿತು. ಈ ಮೋಡವು ಆಸ್ಫೋಟನೆಯ ಆರಂಭದಿಂದ ಅಂತ್ಯದವರೆಗೂ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿ ನಿಂತಿತ್ತು. ಇದು ಲೇಗಲ್ ಊರಿನಿಂದ ವಾಯುವ್ಯದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧಮೈಲಿ ದೂರದಲ್ಲಿತ್ತು. ಈ ಮೋಡವು ಉಂಟಾದ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ರೊಯ್ಯನೆ ತೂರುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಶಬ್ದವು ಕೇಳಿಬಂತು ಮತ್ತು ಕಲ್ಲಿನ ಮಳೆಯೂ ಸುರಿಯಿತು. ಈ ಕಲ್ಲಿನ ಮಳೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಮೂರು ಸಾವಿರ ಕಲ್ಲಿನ ತುಣುಕುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದುವು. ಈ ತುಣುಕುಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ಭಾರಿಯಾದುದು ಸುಮಾರು 8½ ಕಿಲೋಗ್ರಾಮುಗಳಷ್ಟು ಮತ್ತು ಅತಿ ಸಣ್ಣದು ಸುಮಾರು 7–8 ಗ್ರಾಮುಗಳಷ್ಟು ಇದ್ದುವು.

ಕ್ರಿ. ಶ. 1803ರ ಬಳಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಉಲ್ಕಾಪಾತಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರೇಕ್ಷಣೀಯವಾದವುಗಳೆಂದು ವರ್ಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕ್ರಿ.ಶ.1868ರ ಜನವರಿ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಪೋಲೆಂಡ್ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 1,00,000ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಣ್ಣಗಾತ್ರದ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಸುಮಾರು 15 ಚದರಮೈಲಿಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವುಳ್ಳ ವ್ಯವಸಾಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದುವು. ಕ್ರಿ.ಶ. 1908ರ ಜೂನ್ 30ರಂದು ಸುಮಾರು 40,000 ಟನ್ ತೂಕದ ಅಗಾಧವಾದ ಉಲ್ಕೆಯು ಸೈಬೀರಿಯಾ ಪ್ರದೇಶದ ಗಗನದ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು, ಬೈಕಲ್ ಸರೋವರದ ಬಳಿ ಬಿದ್ದಿತು. ಈ ಭಾರಿ ಉಲ್ಕಾಪಾತದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯ ಶಬ್ದವು ಸುಮಾರು 600 ಮೈಲಿಗಳ ಫಾಸಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೇಳಿಬಂದಿತಂತೆ. ಈ ವಿಪರೀತ ಘಟನೆಯಿಂದ ಅನೇಕ ಅಗಾಧವಾದ ಪ್ರಪಾತಗಳು ಉಂಟಾದುವು. ಈ ಪ್ರಪಾತಗಳ ಉದ್ದಳತೆಯು 1 ರಿಂದ 50 ಗಜಗಳವರೆಗೂ ಇದ್ದಿತು. ಈ ವಿಧ್ವಂಸಕ ಘಟನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸುಮಾರು 40 ಮೈಲಿ ಫಾಸಲೆಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರದೇಶವು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಾಶವಾಯಿತು, ನಿಷ್ಣಾತರ ಅಂದಾಜಿನ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಘಟನೆಯು ಕೇವಲ 4 ಗಂಟೆ 47 ನಿಮಿಷಗಳಿಗೆ ಮುಂಚಿತವಾಗಿ ಸಂಭವಿಸಿದ್ದಿದ್ದರೆ, ರಷ್ಯಾದ ಪ್ರಮುಖ ನಗರವಾದ ಸೇಂಟ್ ಪೀಟರ್ಸ್ ಬರ್ಗ್ ಈ ವಿಧ್ವಂಸಕಾರಿ ಘಟನೆಗೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಆಹುತಿಯಾಗಿ ಹೇಳಹೆಸರಿಲ್ಲದಂತೆ ವಿನಾಶಗೊಳ್ಳುತ್ತಿತ್ತು. ದ್ವಿತೀಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಹಿರೋಷಿಮಾ ನಗರದ ಮೇಲೆ ಅಣ್ವಸ್ತ್ರದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಭೀಕರಪರಿಣಾಮವೇ ಆಗ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಉಲ್ಕೆಗಳ ಉಗಮದ ಬಗ್ಗೆ ವಿಜ್ಞಾನವು ಇನ್ನೂ ಖಚಿತವಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಹೊಂದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಗ್ರಹವೊಂದಾದ ವಲ್ಕನ್ (Vulcon) ಎಂಬುದರ ತುಣಕುಗಳು. ಈ ವಲ್ಕನ್ ಗ್ರಹವು ಒಂದಾನೊಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಂಗಳ ಹಾಗೂ ಬೃಹಸ್ಪತಿಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದಿತೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ವಲ್ಕನ್ ಗ್ರಹವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನಷ್ಟೇ ಇದ್ದಿತೆಂದೂ ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಖಗೋಳ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈ ಗ್ರಹವು ಆಸ್ಫೋಟಿಸಿತೆಂದೂ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಈ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹಲವಾರು ಗಾತ್ರಗಳ ಅನೇಕ ತುಣುಕುಗಳು ಉಂಟಾದುವೆಂದೂ ಈ ತುಣುಕುಗಳಲ್ಲಿನ ಅಧಿಕ ಗಾತ್ರದವುಗಳು ಇನ್ನೂ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿವೆಯೆಂದೂ ನಂಬಲಾಗಿದೆ.

ಉಲ್ಕೆಗಳು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 25 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಪೃಥ್ವಿಯು ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 18·5 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಉಲ್ಕೆಗಳು ಪೃಥ್ವಿಯ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದಾದರೆ ಆಗ ಅವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸಂಧಿಸುವ ವೇಗ (Speed of Encounter) ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 6·5 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಹಾಗೂ ಪೃಥ್ವಿಯು ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದಾದರೆ ಆಗ ಅವುಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ವೇಗ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 43.5 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಉಲ್ಕೆಗಳು ಹಾಗೂ ಪೃಥ್ವಿಯ ವಾತಾವರಣದ ನಡುವೆ ಉಂಟಾಗುವ ಘರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಉಲ್ಕೆಗಳ ಹೊರವೈನ ಶಾಖವು ಹಲವಾರು ಸಾವಿರ ಡಿಗ್ರಿಗಳಷ್ಟು ಅಧಿಕಗೊಂಡು ಅವುಗಳು ಜಾಜ್ವಲ್ಯಮಾನವಾಗಿ ಪ್ರಜ್ವಲಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗುವುದು; ಉಲ್ಕೆಗಳ ಬಣ್ಣವು ಕೆಲವು ಬಾರಿ ಬಿಳಿಯ ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿದ್ದರೆ ಕೆಲವು ಬಾರಿ ಕೆಂಪು, ಹಳದಿ, ಹಸಿರು ಅಥವಾ ನೀಲಿಯ ಬಣ್ಣದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವರ್ಣಗಳು ಉಲ್ಕೆಗಳ ಹೊರವೈನ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವುವು.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಅಧಿಕವಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣದಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ನಿಕ್ಕಲ್ ಲೋಹವು ಉಲ್ಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯ. ಕೆಲವು ಉಲ್ಕೆಗಳು ರೇಡಿಯೊ ಆಕ್ಟಿವ್ ಧಾತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಆ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳ ವಯಸ್ಸನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟಿವ್ ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಉಲ್ಕೆಗಳ ವಯಸ್ಸು ಸುಮಾರು 4600 ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ವಯಸ್ಸು ಸಹ ಸರಿಸುಮಾರು ಇಷ್ಟೇ ಎಂದು ಹಲವಾರು ಅಧ್ಯಯನಗಳ ಮೂಲಕ ವ್ಯಕ್ತಪಟ್ಟಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಉಲ್ಕೆಗಳು ಪೃಥ್ವಿ ಮತ್ತು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ನಿರ್ಮಾಣವಾದುವೆಂದು ನಂಬಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ, ಪೃಥ್ವಿಯ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಖಚಿತವಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ತಳೆಯಲು ಉಲ್ಕೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಒಂದು ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ.

ಜಿ. ಆರ್. ರಂಗಸ್ವಾಮಯ್ಯ

ಬೇಸಾಯ

ತರಕಾರಿ ಬೆಳೆಗಳು

ಧಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಬೇಳೆಕಾಳುಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಮನುಷ್ಯನ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ತರಕಾರಿಗಳು ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನ ಹೊಂದಿವೆ. ಬೇಳೆಕಾಳುಗಳ ಬೆಲೆ ಗಗನಕ್ಕೇರಿರುವ ಈ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತರಕಾರಿಯನ್ನಾದರೂ ಜನ ತಿನ್ನಬಹುದು. ಬಡವರಂತೂ ತಮ್ಮ ದಿನದ ಗಳಿಕೆಯ ಶೇಕಡ 60—80ರಷ್ಟು ಹಣವನ್ನು ಬರೀ ಪಿಷ್ಠದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಧಾನ್ಯಗಳಿಗೆ ವಿನಿಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ತರಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಅನ್ನಾಂಗಗಳು, ಖನಿಜಾಂಶಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿವೆ. ಮಕ್ಕಳಂತೂ ಪ್ರೋಟೀನ್, ಅನ್ನಾಂಗಗಳು ಮತ್ತು ಖನಿಜಾಂಶಗಳ ಕೊರತೆಯಿಂದ ನರಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ಹಿಂದುಳಿದ ಹಾಗೂ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಶೀಲ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಒಂದೇ. ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆದಾಗ, ಸರ್ಕಾರ ಸೂಕ್ತ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಯುವವರಿಗೆ ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟಾಗ ಈ ನ್ಯೂನ ಪೋಷಣೆಯ ಸಮಸ್ಯೆ ಅಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಗೆಹರಿಯಬಹುದು. ಬೆಳೆಯುವವನಿಂದ ಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಯಾವ ಬೆಲೆ ಇರುತ್ತದೋ ಅದೇ ಬೆಲೆ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಕೆದಾರ ಕೊಳ್ಳುವ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಹತ್ತುಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಬೆಳೆಯುವವನಿಗೆ ಹಾಗೂ ತಿನ್ನುವವನಿಗೆ ಇಬ್ಬರಿಗೂ ಲಾಭ. ಈ ಲೇಖನ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪ್ರಮುಖ ತರಕಾರಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ರೈತರು ಗಮನಹರಿಸಬೇಕು.

ಆಲೂಗಡ್ಡೆ

ಬಹುಶಃ ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯಿಲ್ಲದೆ ಯಾವ ಅಡಿಗೆಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲವೇನೋ. ಸಾಂಬಾರಾಗಲಿ, ಪಲ್ಯವಾಗಲಿ ಇದು ಬೇಕೇಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ತರಕಾರಿ ಬೆಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ. ನೀರು ಬಸಿದು ಹೋಗುವಂಥ ಮರಳು ಮಿಶ್ರ ಮಣ್ಣು ಈ ಬೆಳೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ. ಕರ್ನಾಟಕದ ಬಯಲು ಸೀಮೆಯ ತಂಪು ಹವಾಮಾನದಲ್ಲಿ ಈ ಬೆಳೆಯನ್ನು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದು.

ಕರ್ನಾಟಕಕ್ಕೆ ಕುಫ್ರಿ ಕುಬೇರ್, ಅಪಟುಡೇಟ್, ಕುಫ್ರಿ ಚಂದ್ರ ಮುಖಿ, ಕುಫ್ರಿ ಜ್ಯೋತಿ ಮತ್ತು ರಿಕೆಟ್ ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತ ಇವೆಲ್ಲ ತಳಿಗಳೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ 75–90 ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತವೆ.

ಬಿತ್ತನೆ ಬೀಜ : ರೋಗಮುಕ್ತ ಬೀಜದ ಗಡ್ಡೆಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿ 2–3 ಕಣ್ಣುಗಳುಳ್ಳ (ಕಣ್ಣುಗಳು ಹೊರಮೂಡುವಂತಿರಬೇಕು) ಬೀಜದ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ ಪ್ರತಿ ಗಡ್ಡೆ ಕತ್ತರಿಸುವಾಗಲೂ ಚಾಕುವನ್ನು ಸ್ಪಿರಿಟ್ ಅಥವಾ ಶೇಕಡ 1ರ ಮರ್ಕ್ಯುರಿಕ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಔಷಧಿಯಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ ತೆಗೆಯಿರಿ. 1 ಗ್ರಾಂ ಮರ್ಕ್ಯುರಿಕ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಒಂದು ಲೀಟರ್ ನೀರಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದರೆ ಸಾಕು. ಇದರಿಂದ ರೋಗಪೀಡಿತ ಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿದಾಗ ರೋಗಮುಕ್ತ ಗಡ್ಡೆಗೆ ಹರಡಬಹುದಾದ ರೋಗಗಳು ಹರಡುವುದಿಲ್ಲ. ಎಕರೆಗೆ 600 ಕೆ.ಜಿ. ಬೀಜ ಸಾಕು.

ಉಳುಮೆ ಹಾಗೂ ಮಣ್ಣಿನ ಸಿದ್ಧತೆ : 9 ರಿಂದ 12 ಅಂಗುಲ ಆಳಕ್ಕೆ ಉಳುಮೆ ಸಾಕು. ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹೆಂಟೆ ಒಡೆದು ಎಕರೆಗೆ 18 ಕೆ.ಜಿ. ಶೇಕಡ 6ರ ಹೆಪ್ಟಾಕ್ಲೋರ್ ಅಥವಾ ಶೇಕಡ 5ರ ಹೆಪ್ಟಾಕ್ಲೋರ್ ಅಥವಾ ಶೇಕಡ 5ರ ಕ್ಲೋರಡೀನ್ ಅನ್ನು ಮಣ್ಣಿಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬೆರೆಸಿ. ಇದರಿಂದ ಗೆದ್ದಲು ಹುಳುಗಳ ಕಾಟ ತಪ್ಪುತ್ತದೆ.

ಗೊಬ್ಬರ: ನೀರಾವರಿ ಬೆಳೆಯಾದರೆ ಎಕರೆಗೆ 20 ಗಾಡಿ, ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆಯಾದರೆ 10 ಗಾಡಿ ಕಂಪೋಸ್ಟ್ ಗೊಬ್ಬರ ಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಬಿತ್ತುವ ಮೂರು ವಾರಕ್ಕೆ ಮುನ್ನ ಕೊಡಬೇಕು.

ರಸಗೊಬ್ಬರಗಳು : ನೀರಾವರಿ ಬೆಳೆಗೆ ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 125 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕ 100 ಕೆ.ಜಿ. ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 125 ಕೆ.ಜಿ. ಪೊಟ್ಯಾಶ್ ಅನ್ನೂ ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆಗೆ 100 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕ 75 ಕೆ.ಜಿ. ರಂಜಕ ಹಾಗೂ 100 ಕೆ.ಜಿ. ಪೊಟ್ಯಾಶ್ ನೀಡಬೇಕು. ಸಾರಜನಕದ ಅರ್ಧಭಾಗವನ್ನು ಮಣ್ಣನ್ನು ಹಸನು ಮಾಡುವಾಗಲೂ ಉಳಿದರ್ಧ ಭಾಗವನ್ನು ಬಿತ್ತಿದ ಆರು ವಾರಗಳ ಬಳಿಕವೂ ಕೊಡುವುದು ಉತ್ತಮ.

ಈ ಬೆಳೆಗೆ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ರೋಗ ತಗಲುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು. ಮುಂಜಾಗರುಕತೆ ವಹಿಸಿ ಸೂಕ್ತ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಸಿಂಪಡಿಸಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸ ಬೇಕು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಕೃಷಿ ವಿಸ್ತರಣಾಧಿಕಾರಿಗಳ ಅಥವ ಹತ್ತಿರದ ತೋಟಗಾರಿಕೆ ಇಲಾಖೆಯ ಅಧಿಕಾರಿಗಳ ಸಲಹೆ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಟೊಮ್ಯಾಟೊ

ಟೊಮ್ಯಾಟೊ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಹಿಡಿಸುವ ಸ್ವಾದಿಷ್ಟ ತರಕಾರಿ. ಹಣ್ಣಿನ ರೂಪದಲ್ಲೂ ತಿನ್ನಬಹುದು, ತರಕಾರಿಯಂತೂ ಬಳಸಬಹುದು. ಹೇಗೆ ಬಳಸಿದರೂ ಇದರಲ್ಲಿನ

ಸತ್ವ ಹಾಳಾಗದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಎ, ಬಿ, ಸಿ, ಅನ್ನಾಂಗಗಳು, ಸುಣ್ಣ ಮತ್ತು ಖನಿಜಾಂಶಗಳೂ ಇವೆ.

ಈ ಬೆಳೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ತಳಿಗಳಿವೆ. ಹೈಬ್ರಿಡ್ ಕರ್ನಾಟಕ, ಪೂಸಾರೂಬಿ, ಸೂ (Sioux), ಸಾನ್ ಮೆರ್‌ಜಾನೋ, ರೋಮ, ಹೈನ್ಜ್–1350, ಡೆಲಿಸಿಯಸ್, ಮೊನಾಪಾಲ್ ಇತ್ಯಾದಿ ತಳಿಗಳನ್ನು ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದು.

ಈ ಬೆಳೆಯನ್ನು ಜೂನ್–ಜುಲೈ ನಿಂದ ನವಂಬರ್ ಕೊನೆಯ ವರೆಗೂ ಬಿತ್ತಬಹುದು. ಈ ತಳಿಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಇಳುವರಿ ಪಡೆಯಲು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಗೊಬ್ಬರ ನೀಡಬೇಕು.

ಹೈಬ್ರಿಡ್ ಕರ್ನಾಟಕ ತಳಿಯನ್ನು ಬಿತ್ತಿದ್ದರೆ, 3–4 ವಾರಗಳ ಸಸಿಯನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹಸನು ಮಾಡಿದ ಭೂಮಿಗೆ ನಾಟಿ ಹಾಕುವ ಮುನ್ನ ಮೂಲಗೊಬ್ಬರವಾಗಿ ಎಕರೆಗೆ 50 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕ (250 ಕೆ.ಜಿ. ಅಮೋನಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್) 100 ಕೆ.ಜಿ. ರಂಜಕ (685 ಕೆ.ಜಿ. ಸೂಪರ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ್) ಹಾಗೂ 100 ಕೆ.ಜಿ. ಪೊಟ್ಯಾಶ್ (200 ಕೆ.ಜಿ. ಸಲ್ಫೇಟ್ ಆಫ್ ಪೊಟ್ಯಾಶ್) ನೀಡಬೇಕು. ನಾಟಿ ಮಾಡುವಾಗ ಸಾಲಿನಿಂದ ಸಾಲಿಗೆ 4 ಅಡಿ ಸಸಿಯಿಂದ ಸಸಿಗೆ 3 ಅಂಗುಲ ಅಂತರ ಕಾಯ್ದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ನಾಲ್ಕು ವಾರಗಳ ಬಳಿಕ ಎಕರೆಗೆ 50 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಮೇಲು ಗೊಬ್ಬರವಾಗಿ ನೀಡಬೇಕು.

ಇತರ ತಳಿಗಳಾದರೆ ಎಕರೆಗೆ 25 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕ (125 ಕೆ.ಜಿ. ಅಮೋನಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್) 40 ಕೆ.ಜಿ. ರಂಜಕ (250 ಕೆ.ಜಿ. ಸೂಪರ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ್) ಹಾಗೂ 24 ಕೆ.ಜಿ. ಪೊಟ್ಯಾಶ್ (48 ಕೆ.ಜಿ. ಸಲ್ಫೇಟ್ ಆಫ್ ಪೊಟ್ಯಾಶ್) ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಮಣ್ಣಿಗೆ ನೀಡಿ ಎರಡುವರೆ ಅಡಿ ಅಂತರದ ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಸಸಿಯಿಂದ ಸಸಿಗೆ 2 ಅಡಿ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಸಸಿಗಳನ್ನು ನೆಡಬೇಕು. ನಾಲ್ಕುವಾರ ಕಳೆದ ಮೇಲೆ 20 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕವನ್ನು ಬೆಳೆಗೆ ಮೇಲುಗೊಬ್ಬರವಾಗಿ ಕೊಡಬೇಕು.

ಯಾವ ತಳಿಯಾದರೂ ನಾಟಿ ಮಾಡಲು 3–4 ವಾರಗಳ ಸಸಿ ಸಾಕು. ಹೈಬ್ರಿಡ್ ಕರ್ನಾಟಕ ತಳಿಯಾದರೆ ಎಕರೆಗೆ 30–40 ಗ್ರಾಂ ಇತರ ತಳಿಗಳಾದರೆ 100–150 ಗ್ರಾಂ ಬಿತ್ತನೆ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಟೊಮ್ಯಾಟೊ ಬೆಳೆಗೆ ಎಲೆ ಚುಕ್ಕೆ ರೋಗ, ಎಲೆ ಸುರುಳಿ ರೋಗ, ಬೆಂಕಿರೋಗ ಸುರುಟು ರೋಗ, ಕಾಯಿ ಕೊರೆಯುವ ಹುಳುಗಳು, ಬಿಳಿನೊಣ, ಸೀಡೆ ಹೇನುಗಳ ಹಾವಳಿ ಹೆಚ್ಚು. ಸೂಕ್ತ ಸಸ್ಯಸಂರಕ್ಷಣಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಇವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಹುದು. ಈ ಯಾವುದೇ ರೋಗ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಕಂಡುಬಂದರೆ ಹತ್ತಿರದ ತೋಟಗಾರಿಕೆ ಇಲಾಖೆಯ ಸಿಬ್ಬಂದಿಯನ್ನು ಕಂಡು ಶಿಪಾರಸ್ಸು ಮಾಡಿದ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು.

ಈ ಬೆಳೆಯನ್ನು ಚೌಳು ಕ್ಷಾರ ಭೂಮಿಯ ಮಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಬಾರದು ನಾಲ್ಕು ವರ್ಷಕ್ಕಿಂತ ಹಳೆಯ ಬೀಜವನ್ನು ಬಿತ್ತನೆಗೆ ಬಳಸಬಾರದು.

ಬದನೆ

ಬದನೆ ತರಕಾರಿ ಬೆಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನ ಪಡೆದಿದೆ. ಕಾರಣ ಇದನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ದಿನ ತಾಜಾ ರೂಪದಲ್ಲೇ ಬಳಸಬಹುದು, ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಬೆಲೆಯೂ ಅಷ್ಟೇನೂ ಹೆಚ್ಚಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೀಳುವ ರೋಗ-ರುಜಿನಗಳೂ ಕಡಿಮೆ. ಚೌಳು/ಕ್ಷಾರ ಭೂಮಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಸುಮಾರಾಗಿ ಫಲವತ್ತಾದ ಭೂಮಿಯಲ್ಲೂ ಈ ಬೆಳೆ ತೆಗೆಯ ಬಹುದು.

ಈ ರನಗೆರೆ, ಕೆಂಗೆರೆ, ಮಾಲಾಪುರ, ಮುಟ್ಟಿಗುಳ್ಳ ಇವು ಪ್ರಾದೇಶಿಕವಾಗಿ ಜನಪ್ರಿಯವಾದ ತಳಿಗಳು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅರ್ಕಾ ಶೀಲ್, ಅರ್ಕಾ ಶ್ರೀಷ್, ಅರ್ಕಾ ಕುಸುಮಕರ್, ಅರ್ಕಾ ನವನೀತ್, ವೆಸ್ಟ್‌ಕೋಸ್ಟ್ ರೌಂಡ್ ಎಂಬ ಸುಧಾರಿತ ತಳಿಗಳನ್ನು ಕರ್ನಾಟಕಕ್ಕೆ ಶಿಫಾರಸ್ಸು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 125 ಕೆ.ಜಿ. ಸಾರಜನಕ, 100 ಕೆ.ಜಿ. ರಂಜಕ ಮತ್ತು 50 ಕೆ.ಜಿ. ಪೊಟ್ಯಾಶ್ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ನೀಡಿ ಸೂಕ್ತ ರೋಗ-ರುಜಿನಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣಾ ಕ್ರಮಗಳು, ಕೃಷಿ ಪದ್ಧತಿಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬೆಳೆದಾಗ ಅತ್ಯಧಿಕ ಇಳುವರಿ ಪಡೆಯ ಬಹುದು.

ಈ ಬೆಳೆಗೆ ಕಾಡುವ (ವಿಶೇಷವಾಗಿ) ಸುಳಿನೊಣ ಹಾಗೂ ಕಾಯಿಕೊರೆಯುವ ಹುಳುಗಳನ್ನು 0.05%ರ ಮೆಲಾಥಿಯನ್ ಅಥವಾ 0.1%ರ ಕಾರ್ಬರಿಲ್ ಅನ್ನು ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 300–350 ಲೀಟರ್ ದ್ರಾವಣ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಸಿಂಪರಿಸಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸ ಬಹುದು.

ಮೆಣಸಿನ ಕಾಯಿ

ಎನ್.ಪಿ.–46 ಎ ಮತ್ತು ಜ್ವಾಲ ತಳಿಗಳನ್ನು ರಾಜ್ಯದ ಎಲ್ಲೆಡೆಯೂ ಬೆಳೆಯ ಬಹುದು. ಇದಲ್ಲದೆ ಜ–3 ತಳಿಯೂ ಒಂದು ಉತ್ತಮ ತಳಿ.

ಬ್ಯಾಡಗಿ, ಸಂಕೇಶ್ವರ, ಚಿಂಚೋಳಿ, ಮೈಸೂರು, ಗೌರಿಬಿದನೂರು—ಜನಪ್ರಿಯ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ತಳಿಗಳು. ಜಿ–3 ಮತ್ತು ಗೌರಿಬಿದನೂರು ತಳಿಗಳು ಬೆಂಗಳೂರು, ಕೋಲಾರ ಮತ್ತು ತುಮಕೂರು ಜಿಲ್ಲೆಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತ.

ಎಕರೆಗೆ 500 ಗ್ರಾಂ ಬಿತ್ತನೆ ಸಾಕು. ಆರು ವಾರಗಳ ಸಸಿಯನ್ನು ಎರಡೂವರೆ ಅಡಿ ಅಂತರದ ಮುರಿ ಪಟಗಳಲ್ಲಿ ಸಸಿಯಿಂದ ಸಸಿಗೆ 18 ಅಂಗುಲ ಅಂತರ ಕಾದಿಟ್ಟು ಕೊಂಡು ನಾಟಿ ಮಾಡಬೇಕು.

ಮಳೆಯಾಧಾರಿತ ಬೆಳೆಯಾದರೆ ಹೆಕ್ಟೇರಿಗೆ 100 ಕೆ. ಜಿ. ಸಾರಜನಕ, 50

ಲೇಖಕರಿಗೆ ಸೂಚನೆಗಳು

೧. ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಲೇಖನಗಳನ್ನಲ್ಲದೆ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬರೆದ ಲೇಖನಗಳ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡ ವಿಜ್ಞಾನ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಪರಿಚಯಾತ್ಮಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸಲಾಗುವುದು. ಅನುವಾದವಾಗಿದ್ದರೆ ಮೂಲಲೇಖಕರ ಮತ್ತು ಲೇಖನದ ಹೆಸರನ್ನೂ ಲೇಖನದ ಆಕರವನ್ನೂ ತಿಳಿಸಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ಮೂಲ ಲೇಖಕರ ಅಥವಾ ಪ್ರಕಾಶಕರ ಸಮ್ಮತಿಯನ್ನು ಲೇಖನದ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು.

೨. ಇತರ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಇಲ್ಲವೆ ಪ್ರಕಟವಾಗಲಿರುವ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನ **ಕರ್ಣಾಟಕ** ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂಥ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಣೆಗಾಗಿ ಕಳುಹಿಸಬಾರದಾಗಿ ವಿನಂತಿ.

೩. ಲೇಖನವನ್ನು ಕಾಗದದ ಒಂದೇ ಕಡೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬರೆದಿರಬೇಕು, ಇಲ್ಲವೇ ಟೈಪು ಮಾಡಿರಬೇಕು. ಲೇಖನದೊಂದಿಗೆ ಲೇಖಕರ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಕರಡು ತಿದ್ದುವ ಅವಕಾಶ ನೀಡಲು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಬರವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸಂದಿಗ್ಧತೆಗೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಅವಕಾಶ ಕೊಡಕೂಡದು.

೪. ಲೇಖನಕ್ಕೆ ಚಿತ್ರಗಳೇನಾದರೂ ಅವಶ್ಯವಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ಚಿತ್ರಕಾರರ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಇಂಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಬರೆಸಿ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು. ಅದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಕಟಿತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಬಹುದಾದ ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಸಬೇಕು.

೫. ಲೇಖಕರಿಗೆ ಲೇಖನದ ೨೫ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಪ್ರತಿ ಬೇಕಾದವರು ಮುಂಚೆಯೇ ತಿಳಿಸಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚವನ್ನು ವಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

೬. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಾಗುವುದು. ಪಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನೂ ಓದುಗರ ಪತ್ರಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಅಥವಾ ಬಿಡುವ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಂಪಾದಕರಿಗೇ ಸೇರಿದೆ.

೭. ಕನ್ನಡ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಸ್ವೀಕರಿಸಲಾಗುವುದು. ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವವರು ಎರಡು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.

೮. ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ವಿಮರ್ಶೆಗಾಗಿ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೂ ಕಳುಹಿಸುವವರು **ಸಂಪಾದಕರು, ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮಾನಸ ಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು–೬** ಎಂಬ ವಿಳಾಸಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.